

ENFERMERÍA EN EL MAL DE ALTURA

Trabajo de fin de grado UAM
Enfermería
2016-2017

Autor: Diego del Amo Esteban
Tutora: Lourdes Casillas Santana

Resumen	4
Abstract	6
Introducción	8
Epidemiología	8
Historia	9
Fisiopatología	9
Problemas asociados	10
Factores de riesgo	10
Prevención	11
Tratamiento	11
Fundamentación y objetivos	11
Metodología	14
Desarrollo/Resultados	20
Epidemiología	20
Fisiopatología	21
Problemas asociados	23
Factores de riesgo	24
Prevención	24
Tratamiento	32
Limitaciones	38
Conclusiones	38
Agradecimientos	39
Bibliografía	40
Anexos	44

Resumen

Introducción. El mal agudo de montaña representa un problema de salud creciente en el mundo debido al aumento de personas que se exponen a la hipoxia hipobárica, el desencadenante de este síndrome. Su principal síntoma es la cefalea además de otros síntomas inespecíficos como anorexia, fatiga, náuseas, vómitos y trastornos del sueño. Los factores de riesgo más relevantes incluyen la altura máxima alcanzada y la velocidad de ascenso. Otros factores estudiados son la edad, el sexo, la intensidad del ejercicio físico, la obesidad o la predisposición genética. Esta enfermedad puede evolucionar a otros problemas asociados como el edema pulmonar o cerebral de altura.

Metodología. Se realizó una búsqueda mediante lenguaje controlado en diversas bases de datos de Ciencias de la Salud, como Pubmed, Cinahl, Scielo, etc. Se establecieron una serie de criterios de inclusión y de exclusión, obteniendo un total de 54 resultados.

Desarrollo/Resultados. Existe una importante falta de información acerca de esta enfermedad. Existen diversos métodos para prevenir y tratar el mal de altura, siendo la acetazolamida el más extendido dentro de los métodos farmacológicos. El descanso, una correcta alimentación e hidratación, la oxigenoterapia y el empleo de cámaras hiperbáricas son otros de los múltiples métodos empleados para combatir el mal agudo de montaña.

Conclusión. La educación debe ir encaminada hacia medidas preventivas y el reconocimiento precoz de los síntomas del mal de altura y los efectos adversos de los fármacos utilizados para su tratamiento.

Palabras clave: mal de altura, prevención, factores de riesgo, enfermería

Abstract

Introduction. Acute mountain sickness represents a growing health problem in the world due to the increase in people who are exposed to hypobaric hypoxia, the trigger of this syndrome. Its main symptom is headache in addition to other nonspecific symptoms such as anorexia, fatigue, nausea, vomiting and sleep disorders. The most relevant risk factors include the maximum height reached and the rate of ascent. Other factors studied are age, sex, intensity of physical exercise, obesity or genetic predisposition. This disease can evolve to other associated problems such as high altitude pulmonary or cerebral edema.

Methodology. A controlled language search was performed in several health sciences databases, such as Pubmed, Cinahl, Scielo, etc. A series of inclusion and exclusion criteria were established, obtaining a total of 54 results.

Development / Results. There is a significant lack of information about this disease. There are several methods to prevent and treat altitude sickness, with acetazolamide being the most widespread within pharmacological methods. Rest, proper nutrition and hydration, oxygen therapy and the use of hyperbaric chambers are another of the many methods used to combat acute mountain sickness.

Conclusion. Education should be directed towards preventive measures and the early recognition of altitude sickness symptoms and the adverse effects of the drugs used for its treatment.

Key words: altitude sickness, prevention, risk factors, nursing

Introducción

El mal de altura o mal de montaña es un estado caracterizado por trastornos circulatorios, disnea, cefalea, vértigos y vómitos cuyo desencadenante es la disminución de la presión atmosférica a grandes alturas, y por consiguiente una disminución de la disponibilidad de oxígeno (O₂)(1).

Dentro del mal de altura podemos diferenciar dos variantes: el mal agudo de montaña (MAM), y el mal crónico de montaña (MCM). Generalmente tanto el término mal agudo de montaña como el mal de altura se emplean de forma indistinta (2).

El mal crónico de montaña (MCM), también conocido como enfermedad de Monge, es un trastorno producido por una escasa presión atmosférica y una menor disponibilidad de oxígeno de manera prolongada en el tiempo. En 1925, el doctor Carlos Monge Medrano publicó en la Academia Peruana de Medicina el primer caso descrito del mal crónico de montaña. Por esa razón, el MCM también se conoce como enfermedad de Monge en honor a este médico peruano. En este caso y a diferencia de su variante aguda, el MCM se desencadena como consecuencia de una excesiva eritrocitosis y por consiguiente un valor anormalmente alto del hematocrito (2).

Epidemiología

El MAM, también conocido como soroche constituye un problema de salud global cuya incidencia está en aumento debido a la facilidad para realizar viajes más largos, el fomento de las actividades deportivas al aire libre, en especial el montañismo, y el incremento de las actividades turísticas que permiten una rápida exposición a la altura sin aclimatación previa. Pero no sólo existe riesgo en este tipo de viajes o actividades: en la actualidad unos 140 millones de personas residen a más de 2500 m de altura, altitud a partir de la cual es frecuente la aparición del MAM; aunque también se han encontrado casos entre 1500 y 2500 metros(3).

Se estima que alrededor de un 9-25% de las personas que ascienden rápidamente por encima de los 2500m sufren MAM. Esta incidencia de MAM tiene una relación directamente proporcional a la altura alcanzada; por encima de los 3000m oscila entre el 13-42%. Entre los 4500-5000m de altura casi la mitad de las personas que ascienden a esas cotas padecen mal agudo de montaña(4).

En cuanto a la cefalea de elevada altitud, un cuarto de las personas que ascienden entre los 1859 y los 2750 m la presentan, y ese porcentaje va en aumento según aumenta la altura, con un 80% de incidencia por encima de los 3000m y casi el 100% a partir de los 4500 metros(5).

Los viajes internacionales a la cordillera de los Andes han visto incrementado su número de pasajeros pasando de 2,5 millones en el 2000 a 6,2 millones nueve años después. La mayoría de estos vuelos comienzan muy cerca del nivel del mar y finalizan en menos de una hora a alturas cercanas a los 3000 metros o incluso a 3660 si viajan a La Paz en Bolivia, o los 3400 de Cuzco. Esto tiene como resultado que hasta la mitad de estos viajeros presenten síntomas del MAM(6).

En 2010, otros destinos populares como Nepal o el monte Kilimanjaro recibieron la visita de 70218 y 25000 montañeros respectivamente (7). Estudios como el de Letchford et al. realizados en el Himalaya, muestran una incidencia de MAM entre el 14 y el 53% de los extranjeros que visitan esta región (6).

Historia

Los cambios de presión con las variaciones de altitud han existido siempre, pero el primer registro escrito sobre la cefalea de elevada altitud data del año 30 a. C. y se debe a Too King, un oficial del ejército imperial chino quien, junto con sus tropas, padeció una cefalea de altitud en una cordillera de Afganistán a la que denominó la montaña de las grandes y pequeñas cefaleas. Habrían de pasar dos milenios para que Paul Bert, sucesor de Claude Bernard en la cátedra de Fisiología de la Sorbona, desarrollase la moderna Fisiología de la Altitud. Posteriormente, Thomas Ravenhill realizó las primeras descripciones clínicas de los síntomas asociados al rápido ascenso en altitud en 1913 en el norte de Chile, y relató tanto el edema cerebral como el edema pulmonar de altitud (8)

Otra de las primeras referencias al mal de altura podemos encontrarla en la obra del jesuita español José de Acosta *Historia natural y moral de las Indias* de 1590. Además de las costumbres, política, historia o religión de los nativos peruanos; también describe en el tercero de sus libros, cómo afectó físicamente un viaje a través de la cordillera de Pariacaca a unos 4500 metros de altura tanto a él como a sus acompañantes además de a los caballos que llevaban. Aquellos síntomas se describen como vómitos, arcadas o sensación de muerte. Una vez descendieron, las molestias desaparecieron en cuestión de horas, y se atribuyó la causa de este mal a las características del aire que allí se respiraba(8).

Posteriormente, otros personajes ilustres como Humbolt, Darwin, o Santiago Mendoza recopilaron información de sus viajes referente al MAM en sus diarios o publicaciones(9).

Más tarde, durante el siglo XIX el médico francés Denis Jourdanet estudió los efectos de la altitud sobre los humanos. Descubrió que algunos de sus pacientes con anemia a altitudes normales presentaban una sintomatología común con personas a gran altura, como taquicardia, mareos o desvanecimientos. Estos síntomas se asociaron pues a una disminución del oxígeno en sangre(9).

Fisiopatología

Comúnmente el MAM ocurre dentro de las primeras 6 a 24 horas tras el ascenso a alturas por encima de los 2500m, incrementando su morbilidad a medida que aumenta la altitud, llegando a una incidencia del 42% a 3000m(10). A pesar de ello, existen casos precoces de aparición en apenas una hora, y casos tardíos con una aparición de los síntomas tras 3 días(4).

La menor disponibilidad de O₂ en altura disminuye la producción de oxihemoglobina, aunque mediante aclimatación, esta situación se compensa mediante la producción de más hemoglobina, induciendo la hiperventilación, elevando la presión arterial y produciendo taquicardia(11).

El oxígeno ambiental pasa a través de los alveolos a la sangre donde en combinación con la hemoglobina forma oxihemoglobina para suministrar oxígeno a los tejidos. Para mantener la homeostasis interna en un ambiente donde la presión parcial de O₂ está disminuida, se estimula la eritropoyesis resultando en un incremento de glóbulos rojos y por consiguiente de hemoglobina apta para unirse al oxígeno presente. Tras 1 o 2 días de exposición a la hipoxia, la producción de eritropoyetina (EPO) se incrementa para estimular la producción de glóbulos rojos, afectando positivamente los niveles de oxígeno arterial no sólo por el aumento de eritrocitos, sino además por una disminución del volumen plasmático. El aumento de hemoglobina se verá reflejado en semanas tras la exposición a la hipoxia(12).

Problemas asociados

Junto al MAM, es habitual la aparición de problemas de mayor gravedad si no se recibe tratamiento adecuado en un corto plazo de tiempo. El edema pulmonar de altitud (EPA) y el edema cerebral de altitud (ECA) ocurren en estadíos avanzados de la exposición a grandes alturas y a la baja presión atmosférica pudiendo ser mortales para la persona que los sufre. Sus síntomas más característicos se representan en la Tabla 8, pero pueden verse más en detalle en el Anexo 2.

EPA	ECA
Disnea	Cefalea
Tos	Ataxia
Ruidos respiratorios	Trastornos conducta y percepción
Dolor torácico	Disminución de la consciencia
Fiebre	Vómitos

Tabla 8: Principales síntomas del EPA y el ECA. Fuente: Elaboración propia.

Factores de riesgo

La velocidad de ascenso y la altitud total alcanzada serán determinantes en la aparición del MAM(3,7), aunque también existen otros factores influyentes como una corta edad (hasta 50-60 años)(4), el sexo femenino, el tabaco, la obesidad o la predisposición genética(3,5,13).

La alta variabilidad interindividual en la frecuencia y la intensidad de los síntomas es la idea principal para asociar estos al MAM mediante la genética. De cualquier modo, la respuesta a la hipoxia hipobárica (HH) parece tener una respuesta poligénica que dependería de la expresión de diversos genes que codifican proteínas como la anteriormente mencionada EPO, la encima conversora de angiotensina, aldosterona y la óxido nítrico sintetasa. Otros factores de riesgo son evidentemente el montañismo regular por una exposición más frecuente a ambientes de HH. El ejercicio físico regular previo es recomendable para realizar las ascensiones, pero el ejercicio durante la exposición a la altura y en especial una tasa de esfuerzo percibida alta favorecen la aparición del mal agudo de montaña y aunque pudiera parecerlo, un buen estado físico no resulta protector en este aspecto(3,4,14,15).

Prevención

La prevención es la mejor solución al MAM, y puede realizarse de diversas maneras: con cámaras hipobáricas simulando condiciones de altitud, ascendiendo gradualmente, realizando descansos estratégicamente programados, siguiendo una adecuada alimentación e hidratación o empleando fármacos.

Estas actividades destinadas a evitar la aparición o mitigar los efectos del MAM están encaminadas a lo que se conoce como aclimatación. Este proceso se define como las adaptaciones que realiza el cuerpo a las situaciones ambientales que se dan en cotas altas. Puesto que la altitud a la que se pernocta es especialmente relevante, durante la aclimatación por encima de los 3000 m es recomendable dormir a no más de 300-500m de diferencia con respecto a la noche anterior, independientemente de que durante el día se alcancen cotas mayores (3).

Tratamiento

Una vez instaurado el mal agudo de montaña, el edema pulmonar o cerebral de altura, el tratamiento debe ser aplicado a la mayor brevedad posible, pero el primer paso para su resolución consiste en bajar a alturas menos elevadas, o en su defecto evitar seguir la ascensión a cotas más altas. El tratamiento farmacológico se basa en el uso principalmente de acetazolamida tanto en la prevención como en el tratamiento profiláctico. Su uso puede asociarse también con el empleo de ibuprofeno. Ambos son reconocidos como más efectivos en el tratamiento o prevención del MAM que el placebo (5).

Fundamentación y objetivos

Como ya se ha mencionado al inicio, más de 140 millones de personas viven por encima de los 2500 metros, umbral de aparición de MAM. A estas personas se les han de sumar todas aquellas que por trabajo u ocio ascienden desde cotas más bajas a altitudes superiores exponiéndose así a un riesgo aparentemente invisible y del que como demuestran los estudios se tiene muy poca información, incluso por parte de guías de montaña (3).

El aumento de las facilidades para acceder a estos medios elevados en poco tiempo, la obligación de desempeñar un trabajo o actividades militares a grandes alturas y la popularización de las actividades recreativas en la montaña aumentan el número y el nivel de riesgo al que se exponen cada vez más personas de forma inconsciente (5).

Por esta razón resulta importante profundizar en este tema desde un enfoque enfermero teniendo en cuenta que la labor de los enfermeros o enfermeras puede desarrollarse en medios tan diversos como una estación de esquí, una agencia de viajes, una empresa minera o de construcción, o una base sanitaria de montaña.

Por tanto, los objetivos para llevar a cabo este trabajo son:

Objetivo principal

El objetivo principal consiste en identificar el papel de los profesionales enfermeros en el mal agudo de montaña como educadores en la prevención, el tratamiento y el reconocimiento precoz de los síntomas.

Objetivos secundarios

- Conocer las características del mal de altura: fisiopatología, signos y síntomas.
- Identificar los factores de riesgo que predisponen al mismo.
- Profundizar en los aspectos de educación y prevención desde el punto de vista enfermero.
- Conocer el tratamiento que se utiliza en el MAM.

Metodología

Para dar respuesta a los objetivos propuestos, la metodología más adecuada es la revisión narrativa. Para ello es necesario realizar una búsqueda exhaustiva en las bases de datos de ciencias de la salud (CCSS).

Las bases de datos utilizadas son: PubMed, Cuiden, Cinahl, Cochrane, Dialnet y Web of science.

Los términos de búsqueda en primer lugar se hacen en lenguaje libre “mal agudo de montaña” en Google Scholar para conocer cuáles son los términos más adecuados del lenguaje controlado, tanto términos Mesh como DeCS (ver tabla 1). Para operativizar las búsquedas se usa el booleano AND.

Lenguaje libre	Términos Mesh	Términos DeCS
“Mal agudo de montaña”	“Altitude sickness” “Risk factors” “Nursing” “Prevention”	“Mal de altura” “Prevención”

Tabla1: términos usados en las búsquedas. Fuente: elaboración propia

Para acotar las búsquedas se usan los siguientes filtros:

- Idioma inglés y español
- Antigüedad
- Disponibilidad de abstract
- Población humanos

Para proceder a la selección de los artículos se emplearon criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión

- Año de publicación desde 2012 hasta la actualidad.
- Referente a humanos
- Idioma inglés o español
- Texto completo disponible
- Habla de educación, prevención y tratamiento

Criterios de exclusión

- Antigüedad mayor de 5 años
- Referente a animales
- Escrito en idiomas diferentes al inglés o español
- Tema no relacionado con el objeto del trabajo
- Información restringida o inaccesible
- Centrado en temas fisiopatológicos o bioquímicos exclusivamente

Pubmed

La primera búsqueda se realizó en Pubmed usando en un primer momento el término “altitude sickness” para obtener una visión más general sobre el tema de estudio y conocer las características fundamentales del problema objeto de estudio.

Puesto que no se empleó ningún operador booleano, fue la búsqueda que más resultados devolvió (219), de los que se seleccionó 22 de ellos tras leer título y resumen.

Concretando un poco más la búsqueda, se utilizaron las sentencias de “altitude sickness” AND “prevention” y “altitude sickness” AND “risk factors”, las cuales devolvieron 43 y 23 resultados respectivamente, de los cuales tras leer el título y el resumen fueron seleccionados 21 y 10 artículos.

Por último, la búsqueda “altitude sickness” AND “nursing” tan solo devolvió un único resultado que fue descartado por no cumplir los criterios de inclusión.

En total 284 artículos cumplieron los criterios de inclusión tras realizar las 4 búsquedas, la mayoría pertenecientes a la primera, quedando 53 artículos de interés para la revisión.

Búsqueda	Filtros	Artículos con criterios de inclusión	Artículos tras título y resumen
“altitude sickness”	Disponibilidad del texto: artículo completo libre Año de publicación: 5 años Especie: humanos Idioma: español e inglés	219	22
“altitude sickness” AND “prevention”		43	21
“altitude sickness” AND “risk factors”		23	10
“altitude sickness” AND “nursing”		1	0
Totales		284	53

Tabla 2: Búsqueda en Pubmed. Fuente: Elaboración propia

Cuiden

En cuiden no fue posible utilizar filtros en las búsquedas al no disponer de esa funcionalidad. La búsqueda más general usando “altitude sickness” devolvió 2 resultados, que fueron seleccionados para su lectura. Tanto la búsqueda “altitude sickness” AND “prevention” como “altitude sickness” AND “risk factors” devolvieron un resultado cada una, siendo ambos resultados los mismos obtenidos en la búsqueda con la primera sentencia de búsqueda.

Por último, añadiendo el booleano AND y “nursing” se formó la última sentencia, la cual no produjo ningún resultado.

La totalidad de la bibliografía encontrada fue utilizada para su revisión.

Búsqueda	Filtros	Artículos con criterios de inclusión	Artículos tras título y resumen
“altitude sickness”	Sin filtros	2	2
“altitude sickness” AND “prevention”		1	1
“altitude sickness” AND “risk factors”		1	1
“altitude sickness” AND “nursing”		0	0
Totales		4	4

Tabla 3: Búsqueda en Cuiden. Fuente: Elaboración propia

Cinahl

Tras aplicar los filtros disponibles en Cinahl de antigüedad, idioma y disponibilidad de texto completo, la primera búsqueda con “altitude sickness” devolvió 25 resultados siguiendo los criterios de inclusión. Trece de ellos fueron seleccionados tras la lectura del título y el resumen.

En la búsqueda sobre prevención, 8 de los 11 artículos que cumplían los criterios de inclusión fueron elegidos tras leer el texto y el resumen.

La búsqueda sobre los factores de riesgo y la enfermería obtuvo resultados más escasos seleccionando 3 de los 5 artículos obtenidos con “altitude sickness” AND “risk factors” y el total de 2 artículos con “altitude sickness” AND “nursing”.

Búsqueda	Filtros	Artículos con criterios de inclusión	Artículos tras título y resumen
“altitude sickness”	Resumen disponible	25	13
“altitude sickness” AND “prevention”	Texto completo en vínculo	11	8
“altitude sickness” AND “risk factors”	Fecha de publicación 2012-2017	5	3
“altitude sickness” AND “nursing”	Idioma: español e inglés	2	2
Totales		43	26

Tabla 4: Búsqueda en Cinahl. Fuente: Elaboración propia

Cochrane

En Cochrane únicamente se dispone del filtro de antigüedad del artículo y el tipo de publicación para limitar la búsqueda. La búsqueda más general de “altitude sickness” arrojó 47 resultados, pero sólo 17 fueron elegidos tras leer título y resumen.

De los 17 resultados con la búsqueda “altitude sickness” AND “prevention” se revisaron 9 tras leer su título y resumen.

La búsqueda específica de factores de riesgo sólo devolvió 3 resultados, no siendo revisado ninguno al no cumplir los criterios de inclusión. Tampoco se revisó ningún artículo con la búsqueda “altitude sickness” AND “nursing” ya que ninguno fue devuelto con los filtros de antigüedad y tipo de artículo.

De los 67 artículos que cumplían los criterios de inclusión en Cochrane, sólo 25 fueron revisados.

Búsqueda	Filtros	Artículos con criterios de inclusión	Artículos tras título y resumen
“altitude sickness”	Años de publicación: 2012-2017	47	16
“altitude sickness” AND “prevention”		17	9
“altitude sickness” AND “risk factors”	Tipo de artículos: ensayos	3	0
“altitude sickness” AND “nursing”		0	0
Totales		67	25

Tabla 5: Búsqueda en Cochrane. Fuente: Elaboración propia

Dialnet

Además de la antigüedad, idioma y disponibilidad del texto, se filtra por la materia a tratar limitando la búsqueda a ciencias de la salud. En esta ocasión, Dialnet sólo devuelve 3 resultados con la búsqueda genérica de “altitude sickness” empleando 2 tras leer título y resumen.

El resto de sentencias de búsqueda no devolvió ningún artículo con los filtros utilizados.

Búsqueda	Filtros	Artículos con criterios de inclusión	Artículos tras título y resumen
“altitude sickness”	Texto completo: Si Materias: Ciencias de la salud Rango de años: 2010-2019 Idiomas: español e inglés	3	2
“altitude sickness” AND “prevention”		0	0
“altitude sickness” AND “risk factors”		0	0
“altitude sickness” AND “nursing”		0	0
Totales		3	2

Tabla 6: Búsqueda en Dialnet. Fuente: Elaboración propia

Web of science

Por último, en Web of science y tras aplicar los filtros de antigüedad e idioma, 61 resultados cumplen los criterios de inclusión en la búsqueda general, pero sólo 27 son revisados. Con la sentencia “altitude sickness” AND “prevention” se revisan tras el título

y el resumen 8 de los 15 artículos devueltos. Por su parte “altitude sickness” AND “risk factors” devolvió 4 artículos revisando tras la lectura del título y el resumen sólo la mitad de ellos.

La sentencia de búsqueda “altitude sickness” AND “nursing” no produjo ningún resultado.

Finalmente 37 artículos fueron revisados de un total de 85 que produjeron las cuatro búsquedas.

Búsqueda	Filtros	Artículos criterios inclusión	con de Artículos título resumen tras y
“altitude sickness”	Años de publicación: 2012-2017 Idiomas: español e inglés	61	27
“altitude sickness” AND “prevention”		15	8
“altitude sickness” AND “risk factors”		4	2
“altitude sickness” AND “nursing”		0	0
Totales		85	37

Tabla 7: Búsqueda en Web of science. Fuente: Elaboración propia

De los 147 artículos seleccionados por título y resumen, aparecieron 57 duplicados: por tanto, fueron eliminados quedando 90 en total.

Tras leer estos 90 artículos, finalmente se descartaron 36 porque no cumplían con los criterios de inclusión; los 54 documentos restantes fueron los utilizados para esta revisión narrativa.

Desarrollo/Resultados

Los artículos seleccionados para este trabajo comprenden 18 revisiones bibliográficas, 5 ensayos, 2 casos clínicos, 5 estudios transversales, 22 estudios longitudinales y puede encontrarse más información sobre ellos en el Anexo 4.

De forma que la exposición de los resultados sea más clara, se ha estructurado en forma de apartados según los temas tratados.

Parece claro que la mejor forma de evitar el MAM es mediante la prevención del mismo, (4) aunque no siempre es posible en un medio donde existen multitud de elementos y factores de riesgo como he mencionado anteriormente fuera de nuestro control. Es básico para ese cometido el conocimiento de los signos y síntomas para una detección precoz (16,17) encaminada a detener el ascenso temporalmente o en casos más graves iniciar el tratamiento y descender. Simplemente con educación sobre el MAM se reduce la probabilidad de desarrollarlo (18).

Una vez la prevención ha fallado, el tratamiento puede ser una combinación de diferentes métodos desde la oxigenoterapia o el reposo, hasta el empleo de una cámara hiperbárica o antiinflamatorios y diuréticos.

Epidemiología

Está completamente comprobado que se necesita de un mayor conocimiento por parte de las personas expuestas a la altura de las características, prevención y tratamiento del MAM para reducir su incidencia tanto en el Himalaya como en las ciudades andinas de Cuzco y Perú. Incluso la gente que lleva acabo ascensiones a gran altura presentan una falta de conocimientos importante sobre este síndrome, que conlleva al menosprecio o infravaloración de los síntomas y un diagnóstico tardío por la demora en su notificación (19).

En el estudio de Letchford et al. tan solo el 50% de los sujetos identificó la barrera de los 2500m como la altitud a la cual pueden aparecer los síntomas del MAM y el 14% suponía que ese límite se encontraba a partir de los 4000m. Sorprendentemente existe una diferencia alarmante entre el conocimiento sobre el MAM en la población autóctona y los montañeros en Nepal y en Cuzco: el 52% reconocía saber que era peligroso seguir ascendiendo presentando síntomas del MAM en Nepal, mientras que en Cuzco ese porcentaje ascendía hasta el 66%. El 88% de los sujetos del estudio sabían que debían bajar a cotas más bajas si los síntomas empeoraban, siendo tan solo un 77% en el caso de Cuzco. La idea de acompañar a alguien con MAM estaba presente en el 98% de los individuos de Nepal, y sólo en un 85% en Cuzco(19).

En el estudio de Salazar et al. donde los participantes viajaban a Cuzco, hubo un 25% de personas que consultaron a un profesional sanitario y no recibieron recomendación alguna para prevenir el MAM. El 16% de los participantes de este estudio, finalmente empleó la acetazolamida para combatir el mal agudo de montaña. La educación sobre los riesgos del MAM es un método mucho más efectivo que una simple lista de actividades preventivas en el uso de la acetazolamida como método profiláctico(6).

Toda esta información hace referencia casi en su totalidad al género masculino, puesto que la mayoría de estudios realizados sobre el tema emplearon varones como sujetos de análisis. Por ello, aunque existe cierta tendencia a hablar de una mayor incidencia del mal agudo de montaña en mujeres, no se deben sacar conclusiones absolutas debido a este sesgo (3,14).

Fisiopatología

Los síntomas del mal agudo de montaña son inespecíficos, pero en su diagnóstico se requiere la presencia de cefalea junto con algún síntoma de los siguientes: anorexia, náuseas, vómitos, trastornos del sueño, mareo, vértigo o fatiga(13).

Como se ha comentado en la introducción, el factor principal para el desarrollo de esta sintomatología es la hipoxia, y tradicionalmente se creía que el MAM era el resultado exclusivo de este elemento, pero estudios recientes sugieren que la baja presión atmosférica también contribuye al desarrollo de esta patología: tanto la prevalencia como la gravedad del MAM es más alta en condiciones de hipoxia hipobárica que en condiciones de hipoxia normobárica (NH). Esto sugiere que estas dos condiciones pueden producir efectos diferentes. En este estudio del 2016, Dana M.DiPascuale et al. descubrieron diferentes síntomas tras 8 horas de exposición tanto a HH como a NH, aunque se ha de tener en cuenta que pueden existir variabilidades según se mida con la escala Lake Louise Score (LLS), donde se puntúan parámetros como la cefalea, problemas gastrointestinales, la fatiga, mareos y trastornos del sueño; o con el cuestionario de síntomas ambiental (ESQ) desarrollado por el ejército americano, en el cual se recoge el estado de 67 items generalmente alterados en ambientes hostiles(20).

Los quimiorreceptores del cuerpo carotideo pueden detectar esa bajada de presión y la hipoxia, produciendo una respuesta neurohumoral y hemodinámica que sigue con un aumento de la presión capilar. También aumenta la frecuencia cardíaca y respiratoria, la diuresis se eleva y puede aparecer congestión nasal y síncope. La aclimatación finalizará con el restablecimiento de los valores normales de los parámetros modificados tras un periodo de días o semanas(5).

Otro elemento influyente que desempeña un importante rol en el MAM es el óxido nítrico (NO), un conocido y potente vasodilatador. Altundag, A. et al. encontraron una relación entre los niveles de NO y las grandes alturas donde los niveles de este gas en el organismo se reducían, suponiendo que parte de los mecanismos de aclimatación pasaban por la producción de NO. Los ambientes naturales donde solemos encontrar condiciones de hipoxia hipobárica, presentan temperaturas bajas y condiciones de escasa humedad que afectan nuestra respiración produciendo congestión nasal debido al incremento de secreciones y dificultando el calentamiento y la humidificación del aire inspirado(21).

Si bien la cefalea es la complicación más frecuente ante una exposición a la altura, esta puede aparecer además de asociada al MAM, de forma aislada, en cuyo caso se denomina cefalea de elevada altitud y el criterio diagnóstico comprende una de las siguientes características: dolor bilateral, frontal o frontotemporal, dolor sordo u opresivo e intensidad leve o moderada. También debe producirse un ascenso por encima de los 2500m sobre el nivel del mar, desarrollarse durante las primeras 24 horas de ascenso y remitir en las primeras 8 horas tras el descenso. Este dolor de cabeza producido por una

elevada altitud o asociado al MAM suele empeorar con el ejercicio físico y el movimiento de cabeza y cuerpo en general. Tiene un carácter pulsátil y es relativamente frecuente entre los sujetos que ascienden a altitudes por encima de los 2500 metros (30-75%). Es común que ocurra un pico de dolor durante la noche o al despertar en al menos un 25% de estas personas. En mujeres y personas con cefaleas habituales se intensifica esta dolencia(3).

El insomnio es el segundo síntoma más frecuente tras la cefalea en el MAM y al menos un 60% de los sujetos que ascienden por encima de 3500 metros lo presentan. El uso de la polisomnografía sugiere que la HH reduce la eficiencia del sueño cambiando el patrón de sueño profundo, por un sueño ligero y más fragmentado(22).

Este insomnio es multifactorial, y además de la altura, causante de un patrón respiratorio alternando hipoxia, hiperventilación e hipocapnia o respiración de Cheyne-Stokes; la propia cefalea, el cansancio físico, las condiciones ambientales o los ruidos u olores de un campamento de montaña habituales pueden favorecerlo. Se cree que el factor desencadenante de este síndrome es la HH, la cual produce un aumento en la permeabilidad capilar con retención de sodio y aumento del flujo sanguíneo cerebral e hipertensión pulmonar. Los vasos sanguíneos sufren cambios debido a la hipoxia, pero además del oxígeno y el CO₂, existen mediadores químicos que juegan un papel importante respecto a su tono y permeabilidad(3,5).

La anorexia es también un frecuente síntoma derivado de la reducción en la ingesta calórica y por consiguiente una pérdida de peso incluso en personas sanas. Esta condición no es exclusiva del MAM, puesto que depende principalmente de la hipoxia continuada y, por tanto, efectos similares, nutricionalmente hablando, han sido descritos en problemas respiratorios a nivel del mar. Prueba de ello es que la suplementación con oxígeno induce una ganancia de peso en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). A parte de esa disminución en la ingesta en ambos sexos de hasta un 33% en grandes alturas (4300m), existen cambios en los patrones y preferencias alimenticias que afectan a la palatabilidad de todos los grupos de alimentos a excepción de las comidas dulces(23).

La altitud tiene un efecto diurético al disminuir hormonas como la hormona antidiurética. Además, la hipoxia y la alcalosis respiratoria inducen a la natriuresis y la extravasación de los líquidos fuera de los vasos. Por consiguiente, existe una pérdida importante de líquido y sodio acentuado además por las pérdidas insensibles propiciadas por el ambiente y se conoce como respuesta diurética a la hipoxia. Esto se produce durante las primeras horas de exposición a la altura, pero en estancias prolongadas las tasas de excreción renal de líquido y sodio caen por debajo de lo común a nivel del mar (24,25)

En un primer momento, los ojos no son el foco de atención cuando hablamos de MAM puesto que los síntomas tienen mayor visibilidad en otros sistemas como el cardiovascular o el respiratorio. No obstante, los cambios de presión y saturación de oxígeno producen alguna patología ocular entre el 50% y el 79% de montañeros que ascienden por encima de los 5500 m de altitud. Ya en 1969 fue descrita la retinopatía asociada a grandes alturas, la cual puede cursar de forma asintomática en sus estadios más leves, o bien con una disminución de la agudeza visual o visión borrosa dependiendo de si la localización de hemorragias retinianas afecta a la mancha amarilla o mácula lútea. Estas hemorragias son más comunes de lo que parece y se dan entre un 30 y un 50% de los sujetos con MAM

y edema cerebral de altitud (ECA) respectivamente(5). El incremento de la presión intraocular y los cambios en el nervio óptico tienen relación directa con el ascenso de altitud, aunque no representa ninguna complicación (3,26,7).

Problemas asociados

Como se ha nombrado anteriormente (Ver tabla 8), los signos más representativos del edema cerebral de altura son la cefalea intensa, la ataxia, trastornos de la conducta y percepción, y disminución del nivel de conciencia(3).

Tanto su aparición como su evolución no son bruscas, aunque requiere un tratamiento rápido al suponer un peligro de muerte, llegando al 50% cuando el paciente presenta ataxia grave, edema de papila y disminución de la conciencia. Se estima que entre un 0,5% y un 1% de los sujetos que padecen el MAM pueden verse afectados por el ECA, y un 32% de escaladores por encima de los 7500m sufre alucinaciones(5).

Una de las causas que se sospecha tiene mayor influencia en su aparición es la elevación del flujo arterial cerebral mediado por la hipoxia en conjunto con una insuficiencia venosa cerebral, lo que podría aumentar la presión intracraneal causando papiledema, hemorragias retinianas o parálisis de los pares craneales(5,8).

Este aumento del volumen cerebral producido también por el aumento de la permeabilidad de la barrera hematoencefálica, disminuiría la compliance intracraneal iniciando la aparición de los síntomas, cuyo desenlace más fatal es la herniación cerebral(11). Existe la teoría de que este edema podría deberse a una alteración en la bomba Na/K (28).

En caso de sospecha de ECA la ataxia es uno de los indicadores más valorados, ya que en ocasiones no cursa con cefalea y a través de unas sencillas pruebas de coordinación motora puede evidenciarse este problema(3).

Por el contrario, el edema pulmonar de altitud presenta síntomas como disnea, tos, ruidos respiratorios, dolor torácico y fiebre. Es cierto que el mero hecho de exponerse a la altura dificulta la respiración, pero cuando ésta se ve afectada incluso en reposo, indica una mayor gravedad que puede evolucionar a ortopnea. En origen, una tos productiva puede derivar en la expectoración de secreciones espumosas y rosadas llegando hasta la hemoptisis. Los estertores son el resultado de la acumulación de líquido en los bronquios, y a pesar de que la fiebre y el dolor sean menos indicativos de la enfermedad, pueden aparecer en igual medida(3).

Las causas de este edema pulmonar se engloban en tres posibles mecanismos: la deficiente síntesis de NO pulmonar, la fabricación exagerada de agentes vasopresores y un aumento de la activación simpática(11).

Factores de riesgo

El factor genético mencionado en la introducción aún precisa de mayor investigación y actualmente es un elemento incontrolable, no así el nivel de ejercicio como veremos a continuación.

El ejercicio intenso en altitud disminuye la saturación de oxígeno favoreciendo la aparición del MAM en detrimento de la oxigenación sanguínea y ayudando a la retención de líquidos(3,15). K. Schommer et al. comprobaron que un ejercicio moderado a un VO₂max de menos del 50% producía un detrimento de la oxigenación cerebral y periférica, sin embargo, el aumento de la ventilación producido por el ejercicio se mantuvo durante horas tras la finalización del mismo y se asociaron niveles similares de oxigenación entre el día de ejercicio y el día de descanso(29).

El incremento en la incidencia del MAM en sujetos obesos responde a la mayor desaturación que presentan los mismos durante el sueño nocturno. Por el contrario, los individuos asmáticos se adaptan de forma sorprendente a la altitud en parte debido a la disminución de alérgenos en estos ambientes. Las personas diabéticas no requieren mayor cuidado a parte de una monitorización estrecha de su glucemia y un incremento progresivo de las necesidades de insulina(3).

El EPOC, la hipertensión pulmonar o una baja respuesta ventilatoria a la hipoxia si tienen una clara relación con el MAM, aunque hasta la fecha no se ha demostrado que ser fumador sea perjudicial en el ascenso(3).

Otros factores que favorecen la aparición de MAM pueden ser haber tenido antecedentes de MAM o migrañas, deshidratación, una saturación de oxígeno anormalmente baja (Ver figura 4) o residir de manera habitual en cotas menores (5).

Atendiendo a la edad, puede explicarse el factor protección de la veteranía puesto que los jóvenes tienen a realizar ejercicio físico más extenuantes y de mayor intensidad, o bien por la inexperiencia que incline a los sujetos a seguir progresando en la ascensión a pesar de la aparición de los primeros síntomas. En edades más tempranas existe hasta un 100% más de incidencia de MAM en niños (6-48 meses) y un 50% más en adolescentes (13-18 años) debido a su susceptibilidad a la hipoxia(14).

Prevención

Para desempeñar una actividad en altura es recomendable un ascenso gradual que induzca una aclimatación adecuada a la hipoxia (5).

La aclimatación además de prevenir el MAM, el edema pulmonar y cerebral de altura, también mejora la calidad y cantidad del sueño y en general el confort y el buen desarrollo de la actividad que estemos realizando (30).

El cambio más importante en el organismo causado por la aclimatación es la hiperventilación, con el objetivo de transportar más oxígeno a los tejidos (14,30). Esto se denomina respuesta ventilatoria a la hipoxia (RVH). La principal consecuencia de esta respuesta fisiológica es una alcalosis respiratoria controlada por un mecanismo de retroalimentación negativa que requiere de hasta una semana hasta su estabilización (16).

La policitemia también es un cambio a tener en cuenta, aunque su relevancia es menor en los casos de personas que ascienden puntualmente a grandes alturas debido a la lentitud del efecto. El aumento en la producción de glóbulos rojos ocurre tras una semana a gran altura, y los cambios metabólicos y en la concentración del hematocrito requieren de días a meses para mejorar la afinidad del oxígeno a la hemoglobina. Por tanto, en viajes a alturas menores de 7 días, el único beneficio hematológico previsible será el aumento del hematocrito por pérdida de volumen plasmático con la deshidratación (16).

Por ese motivo el tiempo que requiere el proceso de aclimatación es importante a la hora de adaptar las recomendaciones según la duración de la estancia en altura. Por ejemplo, astrónomos que trabajan en observatorios en altura (Mauna Kea, 4200m) no obtienen los beneficios de la aclimatación natural debido a los horarios intermitentes que no requieren la estancia durante días en este lugar (14).

Las exposiciones previas a la altitud reducen la incidencia y severidad del MAM (3), pero, además, en caso de una permanencia prolongada en altura, para favorecer la aclimatación según la International Society for Mountain Medicine es recomendable no ascender más de 300-500m al día si nos encontramos por debajo de los 3000m y realizar una jornada de descanso cada 2-4 días. Superados los 3000m no se recomienda pernoctar a más de 300-500m por encima del lugar donde se durmió por última vez, y realizar un día de descanso por cada 1000 metros de ascensión. Estas recomendaciones no implican obligatoriamente no superar los 300 metros de desnivel positivo durante el día. Realmente, la mejor opción consiste en subir durante el día a cotas más altas para posteriormente dormir a menor altura (4,17).

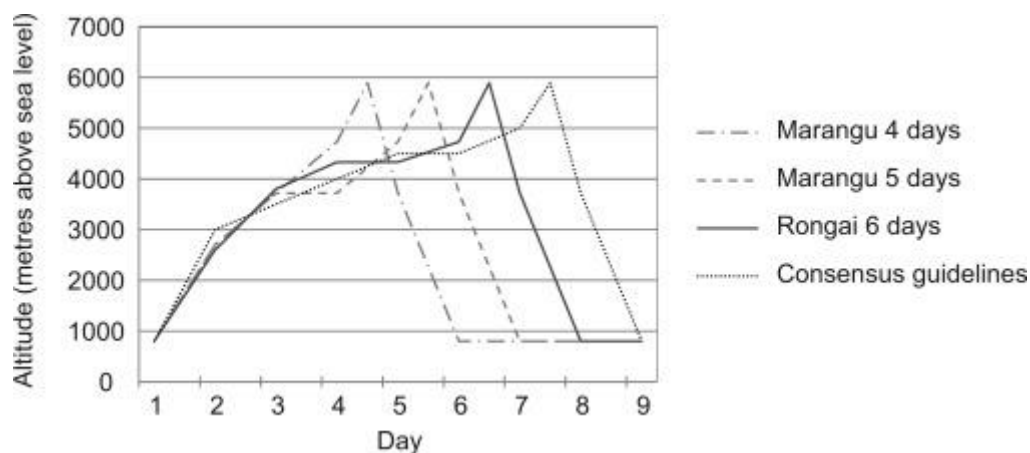


Figura 1: Representación de diferentes perfiles de ascenso al monte Kilimanjaro. (13)

En la figura 1 puede verse una representación de 4 rutas de ascenso diferentes al monte Kilimanjaro donde la que toma más tiempo en alcanzar su cima es la única que cumple los requisitos del ascenso gradual anteriormente descritos. Una diferencia de uno o dos días en la duración del ascenso se ha asociado con una menor incidencia del MAM y unas mayores probabilidades de alcanzar la cima (13).

Como añadido a este ascenso moderado, evitar el ejercicio extenuante, mantenerse hidratado correctamente, tomar una dieta rica en carbohidratos y evitar el alcohol o medicamentos sedantes constituyen medidas efectivas para evitar el MAM. Podría

suponerse que un buen estado de forma físico contribuiría a esta prevención, pero por el contrario puede crear una falsa sensación de seguridad que lleve a realizar ejercicio físico por encima de lo recomendado a gran altura (31).

Esto no significa que mantener un peso adecuado a nuestra altura no sea importante en estas circunstancias. Como se ve en la figura 2, no existe una relación entre el estado de forma físico y el MAM a pesar de que el grupo con peor forma física tuviera la mayor incidencia (32).

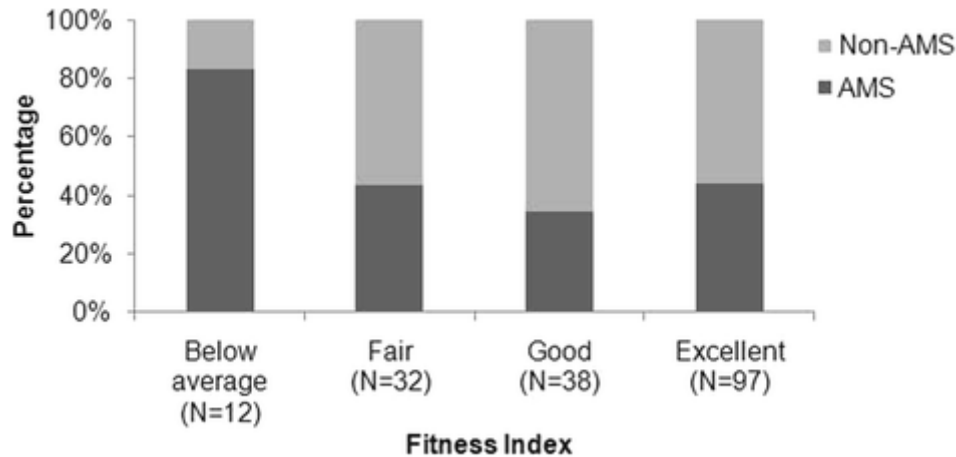


Figura 2: Incidencia del MAM por niveles de forma física. (32)

Pero, por el contrario, la obesidad si está asociada a una mayor incidencia de MAM (Ver figura 3).

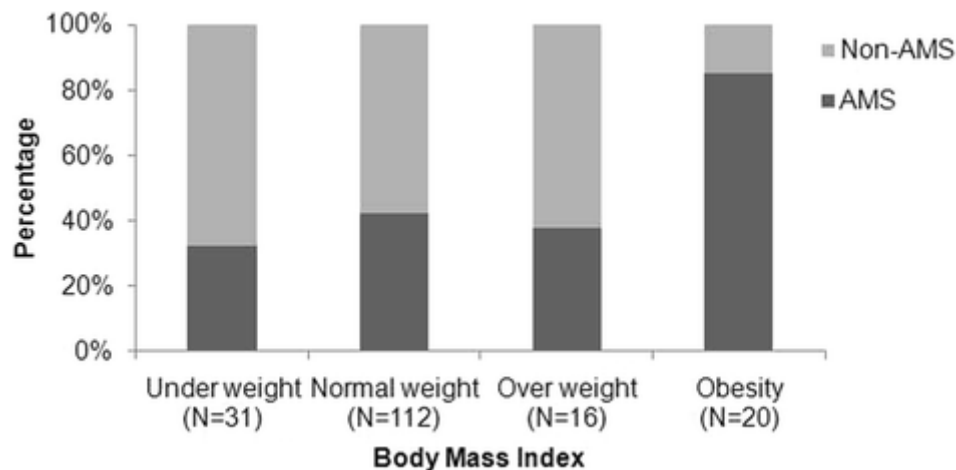


Figura 3: Incidencia del MAM por IMC (32).

Por consiguiente, puede concluirse que la realización de ejercicio encaminado a una reducción de peso y no tanto a una mejora del rendimiento físico ayuda a la prevención del MAM (32).

Una prevención más a largo plazo y por tanto más costosa y compleja, consiste en seguir un plan de sueño en condiciones moderadas de NH equivalentes a una altura de 2600m

durante al menos 14 días. Este entrenamiento previo a la exposición a la altura real se asocia con mayores valores de saturación de oxígeno y una menor incidencia de MAM equivalente a la toma de 500-750 mg de acetazolamida diaria como método preventivo (33).

Calama Rodriguez L. ha demostrado que solo un par de horas diarias durante 2-3 semanas a una altitud simulada de 5000m, eran suficientes para aumentar la producción de eritrocitos y mejorar la ventilación y la SO_2 en altitud (17).

Es decir, la hipoxia intermitente por cortos periodos de tiempo consigue inducir una aclimatación controlada de manera progresiva (34).

Debido a los cambios hidroelectrolíticos que produce la altura (Ver fisiopatología), habitualmente se recomienda un consumo alto de líquidos y sodio para reponer las pérdidas. El resultado fisiológico de este aumento de la pérdida de líquidos es una deshidratación que disminuye el volumen plasmático y por tanto mejoraría el transporte de oxígeno. Al sobrehidratarse, el sujeto está impidiendo ese mecanismo supuestamente adaptativo aumentando el riesgo de que, en una segunda fase de disminución de la tasa de excreción, se acumule líquido en el espacio intersticial y por lo tanto derive en la formación de edemas. Ni la deshidratación en un ambiente seco, ni la retención de líquido es beneficiosa por sí sola, pero hay que tener en cuenta que los problemas derivados de la altitud están en relación con los edemas y la acumulación de líquido intersticial y no tanto con la deshidratación. Resumiendo, podemos diferenciar dos fases opuestas en las que debería adaptarse en primer lugar una ingesta moderada de líquido y sodio, y en segundo lugar valorar el empleo de profilaxis diurética. En cualquier caso, la monitorización de la pérdida o ingesta de líquido es imprescindible para prevenir el MAM de forma personalizada e individual (24,25).

La predicción de la respuesta fisiológica individual antes de la exposición al medio en altura también constituye un importante método preventivo al determinar la susceptibilidad de cada individuo a las condiciones de HH. Por ejemplo, un sencillo test consistente en andar durante 6 minutos la máxima distancia posible, es una herramienta válida y fiable para determinar la respuesta al ejercicio en condiciones de hipoxia de la persona. La comparativa de los valores registrados (Escala LLS, frecuencia respiratoria y cardiaca, y saturación de oxígeno) entre el test en hipoxia y en normoxia puede predecir sujetos más o menos propensos a sufrir MAM en condiciones reales de HH (35,36).

Otra forma de predecir la evolución adaptativa de un individuo puede realizarse mediante pulsioxímetros de transporte que algunos guías de montaña usan para medir la saturación de sus clientes. Valores pulsioximétricos anormalmente bajos son habituales en casos de MAM grave (4,37), pero a pesar de su aparente sencillez y practicidad, no existe aún unanimidad en determinar una correlación fuerte entre valores bajos de saturación en reposo con el desarrollo de MAM o la probabilidad de cima. Por el contrario, la saturación post ejercicio como indicador de la capacidad adaptativa al esfuerzo en altitud parece tener mayor relación con el éxito de cima o la aparición de MAM (36,38)

Otros autores como Heo K. si muestran una correlación entre SO_2 en reposo y riesgo de desarrollar MAM (12).

Puesto que todavía falta un estudio más concienzudo de los valores de SO_2 con respecto al MAM, una determinación de los valores normales de saturación según la altura (Ver figura 4) resulta muy conveniente con el objetivo de discernir la gravedad de esta patología.

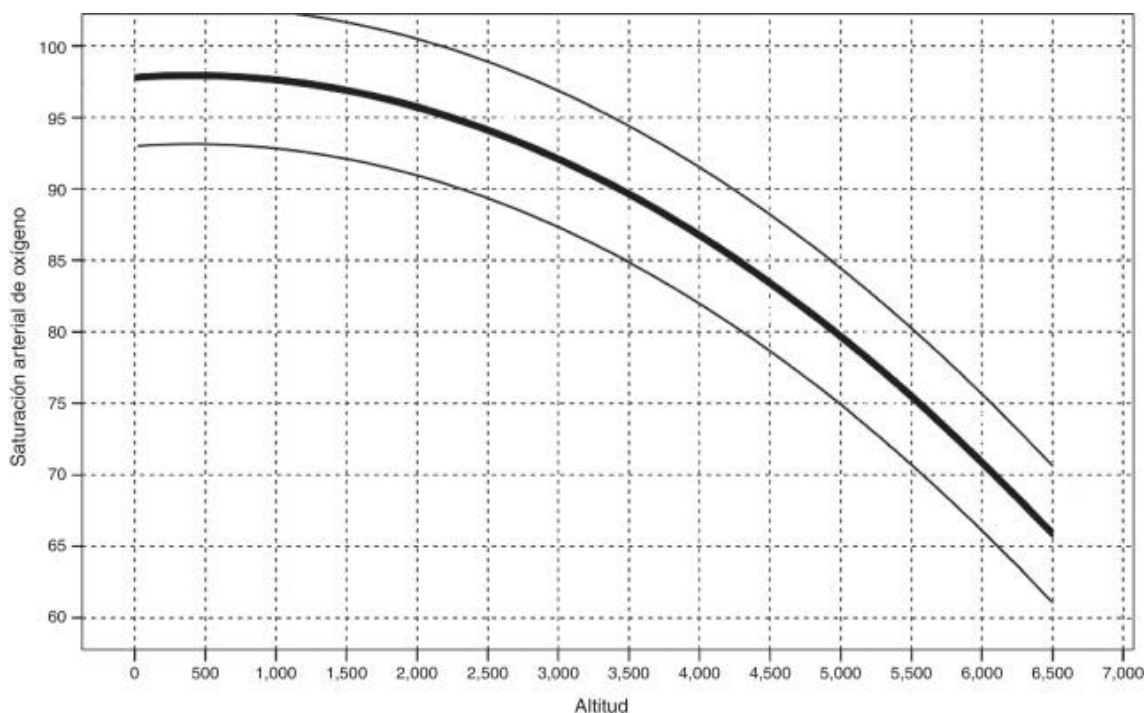


Figura 4: Saturación arterial de oxígeno en función de la altitud (media y percentiles 2,5 y 97,5). (4)

Así pues, teniendo unos valores de referencia a los que atenderse a la hora de comparar la saturación según la altitud, representa un método predictivo adecuado para el control de un posible desarrollo de patología por altitud (4).

Otra variante predictiva de la respuesta fisiológica a la altura ha ido encaminada al empleo de modelos: usando factores como la altitud de destino, tiempo en altitud, nivel de actividad física y sexo, se han elaborado modelos predictivos que cuantifican el riesgo de desarrollar MAM y estiman sus diferentes grados de gravedad. Son un avance significativo, aunque no son extrapolables a toda la población, únicamente a personas relativamente jóvenes y en forma (39).

Anteriormente se ha mencionado que ser fumador no resultaba perjudicial en relación con el MAM, pero según distintos estudios podría tener incluso un carácter protector en el desarrollo de este síndrome. Sus motivos son aún poco claros, pero parece ser que fumar es uno de los factores que inducen la policitemia, con el consiguiente incremento en los niveles de hemoglobina. Esto compensaría la reducción habitual que se produce en la SO_2 . A pesar de disminuir el riesgo de MAM no es recomendable fumar como método preventivo debido a sus múltiples problemas derivados de su consumo (40).

Otro método un tanto extremo consiste en la inyección de oxígeno bajo la piel de la cintura. A pesar de ser funcional, la limitada cantidad de oxígeno que es posible almacenar bajo la piel limita la efectividad de este tratamiento. Por esa razón se ha preferido utilizar la cavidad peritoneal al ofrecer un volumen mucho mayor (41).

Existen diferentes razones que explican el porqué de este neumoperitoneo artificial:

El oxígeno inyectado aumenta la presión dentro de la cavidad peritoneal, elevando el diafragma y disminuyendo el volumen pulmonar y aumentando la resistencia de las vías respiratorias. Cuando el sujeto llega a latitud, el oxígeno almacenado será consumido por los tejidos y la presión peritoneal disminuirá. Los pulmones a su vez se expandirán y permitirán una mejor respiración. Durante las primeras fases tras la creación del neumoperitoneo, la saturación de oxígeno en sangre aumentará disminuyendo la concentración de radicales libres. La cantidad de oxígeno debe ser controlada y personalizada para cada sujeto ya que un exceso podría resultar en un neumotórax o enfisema mediastínico. Este método sólo es recomendable para aquellas personas que requieran un ascenso rápido sin posibilidad de aclimatación (41).

Como último método preventivo no farmacológico, uno de los tratamientos más novedosos es la utilización de luz azul con el objetivo de mejorar la regulación de los ritmos circadianos. La luz azul tiene efectos fisiológicos sobre el cuerpo como la supresión de la secreción de melatonina, el incremento de la temperatura y modificaciones en el rendimiento cognitivo y la fatiga durante la noche disminuyendo la somnolencia. Aunque está en proceso experimental, la melatonina tiene un efecto favorable sobre la RVH y por tanto es un camino de investigación interesante en la prevención o tratamiento de una forma sencilla del MAM (42).

Intervención	Dosis	Evidencia	Recomendación
Ascenso lento	< 300 msnm	1	A
Acetazolamida	250 mg-1g	1	A
Dexametasona	8 mg/día	1	A
Suplemento O ₂	2 l × min	2	A
Teofilina	375 mg/12 h	1	B
Sumatriptano	50 mg	2	B
Dieta rica en hidratos de carbono	3	C	
<i>Ginkgo biloba</i>	240 mg/día	3	C

msnm: metros sobre el nivel del mar.

Figura 5: Recomendaciones preventivas según grado de evidencia. (5)

El MAM puede evitarse únicamente con medios no farmacológicos, y por tanto no se recomiendan en general salvo excepciones como profilaxis preventiva (17).

Puesto que no siempre se dispone de un periodo de tiempo para aclimatación indefinido, ciertas personas involucradas en acciones militares, salvamento en catástrofes u operaciones en helicóptero requieren de ayuda profiláctica para acelerar este proceso.

La acetazolamida es un diurético inhibidor de la anhidrasa carbónica derivado de las sulfamidas que origina una pérdida de iones bicarbonato, sodio y potasio dando lugar a una acidosis metabólica que induce la hiperventilación adaptativa. Otros efectos de este

fármaco son la disminución del líquido cefalorraquídeo y la poliuria, y según los últimos estudios podría mejorar la oxigenación cerebral durante el ejercicio en altitud (31).

Frente a los trastornos del sueño, tomar una dosis de 125mg una hora antes de acostarse reduce o hace desaparecer la respiración de Cheyne Strokes, mejorando la oxigenación nocturna y la calidad del sueño (17,31) y su uso está recomendado por la Wilderness Medical Society a dosis de 250mg/día. También se emplean glucocorticoides como la dexametasona de manera preventiva (43).

Muchos autores también avalan la acetazolamida y la dexametasona como los fármacos de elección en la prevención del MAM (17).

La principal diferencia es que el uso de acetazolamida es relativamente seguro con escasos efectos secundarios como poliuria y parestesias en manos y pies. La dexametasona por el contrario puede causar efectos secundarios más graves como sangrado gastrointestinal, alteraciones de los niveles de glucemia y desajustes hormonales. Esta medicación se encuentra bastante restringida por el Comité Asesor en Medicina Tropical y Viajes incluso en personas alérgicas o intolerantes a la acetazolamida (43).

Aunque la acetazolamida reduce significativamente la incidencia de patología de altitud, entre un 44 y un 48%, no se recomienda tomarla de forma rutinaria como forma preventiva (7,44).

Normalmente se recomienda su uso en pacientes con historia previa de MAM (45), EPA o ECA (31) con una pauta preventiva entre 125 y 250 mg de acetazolamida cada 12 horas al menos un día antes del ascenso y durante dos días en altitud. Dosis mayores de 300mg/12h parecen no aportar un beneficio significativo (5).

En general se recomienda una dosis de 250mg dos veces al día, aunque existe algún estudio que demuestra la eficacia de tan solo 125 mg (17).

A pesar de la unanimidad en el uso de la acetazolamida en la prevención del MAM, no se debe olvidar que, aunque efectivamente sea efectiva contra el MAM, sus efectos secundarios incluso a dosis bajas de 250mg/día influyen negativamente en el rendimiento cognitivo, la memoria a corto plazo y la capacidad de atención. Por ello debe ser administrada con precaución y no de forma generalizada (46).

Como precaución, los pacientes que tengan alergia a sulfamidas y derivados deben tomar una dosis de prueba antes de tomar el tratamiento completo (31). A pesar de toda esta evidencia y recomendaciones, mucha gente no seguía el consejo de estas clínicas de viaje debido a la falta de síntomas graves, la escasa mejoría y los consejos contradictorios de guías de montaña con poca experiencia farmacológica. También se ha visto que, en ocasiones, personas con serios problemas de altitud, hacían caso omiso a las recomendaciones de descender o visitar un médico incluso presentando ECA y ataxia (45).

La dexametasona en dosis de 8mg/día tomada durante dos días previos al ascenso y 3 en altitud también ha resultado útil en la prevención del MAM (5) y de efectos nocivos de la altitud sobre la respiración y el sueño en sujetos susceptibles al EPA (22).

A pesar de ser un fármaco efectivo, es necesario su uso con moderación ya que puede causar un efecto rebote al enmascarar los síntomas y poseer unos efectos secundarios relativamente graves (31).

Se ha demostrado una eficacia similar en la prevención del MAM y la cefalea de altitud entre la acetazolamida y el ibuprofeno, demostrando este último reducir la incidencia, pero no la gravedad, de estas dos patologías. A falta de mayor investigación el ibuprofeno puede considerarse una droga protectora al reducir hasta en tres veces la probabilidad de sufrir MAM en comparación a un placebo (10,47).

Estos fármacos son los más comúnmente utilizados, pero existen otros que también han demostrado su función protectora:

- Por ejemplo, la budesónida inhalada durante tres días previos a la exposición a gran altura reduce significativamente la incidencia de MAM al mejorar la función del epitelio alveolar, reduce la respuesta inflamatoria y mejora la SO_2 sin causar efectos secundarios durante el periodo de su administración (43).
- La conocida aspirina en dosis de 325mg durante tres veces al día disminuye la incidencia de cefalea asociada a la actividad física (5).
- El nifedipino (vasodilatador pulmonar) parece estar indicado única y exclusivamente en la prevención con antecedentes (31) y tratamiento del EPA.
- El salmeterol en la prevención del EPA estimula el transporte de sodio a través del epitelio alveolar mejorando la oxigenación sanguínea (17) en casos de muy alto riesgo.
- Algunos autores consideran al Ginkgo Biloba un coadyuvante en la prevención del MAM si se combina con acetazolamida (17).
- Heo et al. demuestran que el tratamiento con EPO disminuye significativamente la incidencia de MAM al elevar los niveles de hemoglobina casi un 13% (12).

Tratamiento

Una vez aparecen los primeros síntomas del MAM el tratamiento debe ser rápido y eficaz para evitar su evolución a estadios más graves. En la Tabla 9 pueden encontrarse los tratamientos más comunes contra el MAM.

Intervenciones no farmacológicas	Intervenciones farmacológicas
Reposo	Acetazolamida
Oxígeno	Dexametasona
Descenso	Nifedipino
	Ibuprofeno/Aspirina
Cámara hiperbárica	Óxido nítrico
	Furosemda

Tabla 9: División de intervenciones farmacológicas y no farmacológicas en altura. Fuente: Elaboración propia.

El uso de las hojas de coca para propósitos medicinales lleva siglos de tradición a sus espaldas en las poblaciones de Sudamérica. Muchos piensan que los productos de coca benefician a los que realizan actividades en altura sin ninguna clase de riesgo. La hoja de coca presenta entre sus componentes el alcaloide estimulante cocaína y ha sido utilizado y lo es actualmente entre la población sudamericana, especialmente en aquellos que residen a altitudes elevadas. La función más conocida de esta planta está en la mejora del rendimiento en el trabajo al reducir la fatiga, aliviar la sed y el hambre e incrementar la sensación de energía. También existe un incremento en la captación de oxígeno, la frecuencia cardíaca y el intercambio gaseoso, además de una reducción de la secreción de insulina en reposo (48,49).

En cualquier caso, la coca lleva a una reducción de la percepción de los síntomas del MAM (48).

El uso de hojas de coca es utilizado por un gran número de personas que viajan a países de Sudamérica, y es recomendado por los locales como un método preventivo contra el MAM a pesar de que no existen aún datos que soporten la teoría de su efectividad (6).

Se sabe que el 75% de la población boliviana que vive por encima de los 4000m mastica hoja de coca. Esta cifra se reduce al 20% cuando descendemos a 2400m y a tan solo un 3% a nivel del mar. En un estudio realizado sobre su consumo, Conway R. et al. vieron que el 41% de los sujetos refería que lo tomaba como método preventivo y el 22% para tratar sus síntomas (48). En este estudio, las hojas de coca fueron utilizadas por un 63% de las personas que buscaban tratar o prevenir el mal de altura. Es un número mucho mayor en comparación con los que tomaron acetazolamida, los cuales no llegaron al 17%. Cabe destacar que los sujetos que emplearon la hoja de coca fueron más propensos a reportar síntomas el MAM (49), tanto en ese estudio como en este otro de Biondich, puesto que los efectos de la cocaína en la vascularización pulmonar y cerebral incrementan el riesgo de MAM, otros problemas derivados de la altura y arritmias en grupos de alto riesgo (6).

Curiosamente, la Wilderness Medicine Society, en sus recomendaciones para tratar y prevenir el MAM incluye la coca dentro de la categoría de “otras opciones” frente a la

prevención del MAM y el ECA. Sin embargo, dada la falta de pruebas e investigación sobre este producto, no debe en ningún caso sustituir otros tratamientos con eficacia contratada ya que además de los problemas de la cocaína que ya de por sí presenta, podría disminuir la percepción de los síntomas del MAM y dificultar su diagnóstico (48).

Se sabe que muchos viajeros se decantan por el uso de coca antes que otras sustancias, aunque sus razones no están claras aún. Por ejemplo, se piensa que sean reacios a tomar medicación sintética a favor de lo que ellos consideran una alternativa natural. También pueden verse influidos por la facilidad con la que los nativos consumen esta sustancia y llegar a la conclusión de que existen beneficios de esta medicina tradicional. Además, la disponibilidad de hojas de coca en algunos casos puede ser mucho más accesible que la de la acetazolamida. Es tan popular y accesible que incluso es ofertada por algunos hoteles en forma de té, o en comidas en determinados restaurantes. Sin embargo, a pesar de la abundante publicidad sobre la misma, menos de una cuarta parte de sus consumidores conocían los componentes de la hoja de coca (48).

En cualquier caso, aún es necesaria más investigación para determinar si la hoja de coca puede incluirse dentro de la variedad de tratamientos contra el MAM (49).

El tratamiento más simple y a veces el más olvidado es el reposo. Ante cualquier posible síntoma del MAM no se debe seguir ascendiendo y si los síntomas no mejoran es recomendable descender entre 300 y 1000m (4,16,17).

La oxigenoterapia también forma parte casi esencial del tratamiento de los problemas en altura y tras investigaciones sobre su uso, se conoce que el incremento en la concentración de O₂ aumenta la PO₂ haciendo que ésta se asemeje a la de una altitud menor (Ver figura 8). Este procedimiento se utiliza en diversas instalaciones en altura como hoteles y en trenes, por ejemplo. El uso de una habitación con oxígeno enriquecido se probó por primera vez hace 20 años en las instalaciones de un telescopio en Chile a una altitud de 5000m. El principio es simple: Se añade oxígeno entre el 90 y el 95% para aumentar la PO₂ ambiente (14).

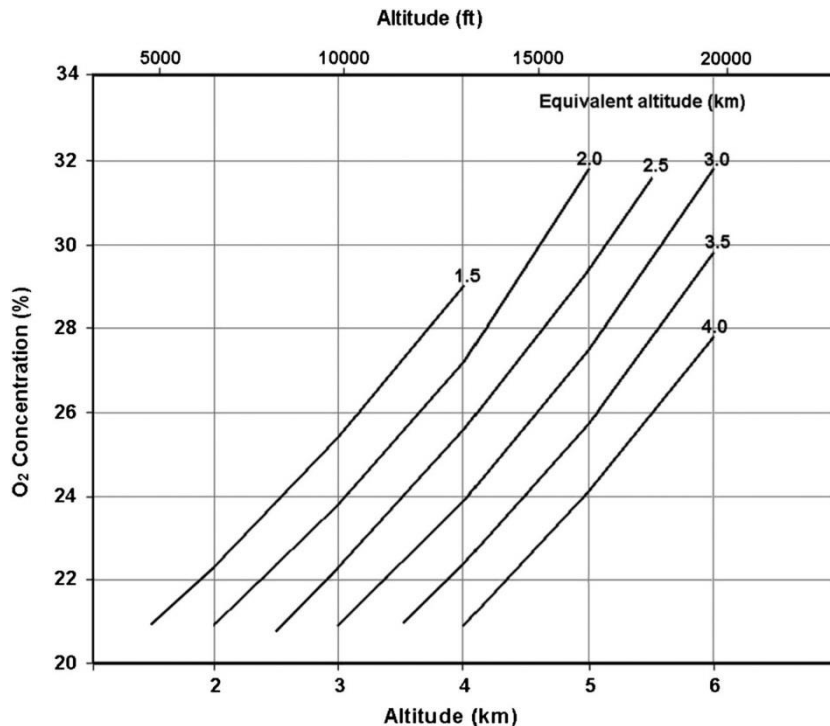


Figura 8: Reducción de la altitud relativa según la concentración de O2. (14)

En la figura 8, el término altitud equivalente se refiere a la altitud a la cual la PO₂ en el aire ambiente es igual a la PO₂ en altitud con aire enriquecido. Un grado no muy alto de enriquecimiento de oxígeno ya reduce drásticamente la equivalencia en altitud como se muestra en la figura superior. Un incremento de un 1% reduce en 300m la altitud relativa, por tanto, a 5000 m un incremento del 21% al 27 % reduce en 1800m la altitud equivalente resultando en unos valores de PO₂ similares a los que tendríamos si estuviéramos a 3200m (14).

El otro método para aumentar la PO₂ consiste en aumentar la presión, técnica que ya viene usándose en las cabinas de los aviones desde 1939. La combinación del aumento de presión con el enriquecimiento de oxígeno supone una ventaja mayor que el uso por separado de cada uno de los métodos para aumentar la PO₂. Así, esta información puede verse reflejada en cámaras hiperbáricas enriquecidas con oxígeno requiriendo estas menores presiones para obtener los mismos resultados (14).

Esta combinación únicamente puede aplicarse en situaciones concretas donde por ejemplo se disponga de una cámara hiperbárica portátil, pero en el caso de los trabajadores de las minas en altura, no es posible más que el enriquecimiento del aire con oxígeno. Estas personas suelen presentar deterioro mental por la hipoxia, anorexia, decaimiento físico, pérdida de peso, deterioro del sueño, pérdida de concentración y por consiguiente más accidentes y una productividad un 15% menor cada 1000 metros de ascenso. Este tratamiento viene usándose desde hace tiempo en trabajos como la construcción de un túnel ferroviario en la región del Tíbet con éxito (50).

Como se ha comentado al inicio, uno de los síntomas más comunes del MAM son los trastornos del sueño que se asocian con despertares frecuentes y repentinos, sensación de agobio y sofocación alterando la calidad del sueño y el rendimiento durante el día. Durante la noche, la hipoxia induce una hiperventilación que disminuye los niveles de PaCO_2 . Cuando estos niveles caen por debajo de lo que se conoce como umbral de apnea, la respiración se detiene hasta que la PaCO_2 se eleva y vuelve a estimular la respiración (51).

No se recomienda el uso de sedantes antes de dormir ya que generalmente deprimen el centro respiratorio durante la noche a excepción del temacepam y el zolpidem, aunque la acetazolamida y la teofilina siguen siendo el medicamento de primera elección para los trastornos del sueño (17).

Conociendo este mecanismo de retroalimentación de la respiración, la administración de CO_2 manteniendo una saturación de oxígeno estable, produciría un aumento en la PaCO_2 estabilizando la respiración nocturna, evitando así el uso de fármacos. Ya que la administración de CO_2 en condiciones de altitud es complicada, añadir un espacio muerto a una mascarilla sin ventilación también incrementa los niveles de PaCO_2 y se utilizó de manera funcional para combatir las respiraciones de Cheyne Strokes.

En este estudio de Lovis A. et al, se comprobó que añadiendo 500ml de espacio muerto respiratorio, mejoraba la respiración nocturna a gran altitud en montañeros con trastornos respiratorios del sueño severos. No así en aquellos que presentaban sólo trastornos moderados. Esta máscara mantiene una reserva de CO_2 que previene la caída de sus niveles por debajo del umbral de apnea (Ver figura 9) (51).



Figura 9: Mascarilla con reservorio de CO_2 (51)

La PEEP se conoce como la presión positiva existente tras finalizar la espiración durante la respiración cuyo objetivo consiste en mejorar el intercambio gaseoso y la compliance pulmonar. Nespoulet et al. aplicaron la PEEP en condiciones de HH, demostrando que el empleo de una PEEP de 5 o 10 mmH_2O incrementa de manera notable la SO_2 . Estos datos sugieren que la respiración con PEEP es una eficaz manera no farmacológica de

mejorar la oxigenación arterial y muscular en condiciones de hipoxia sin afectar negativamente otras funciones ni causar malestar (52).

La acetazolamida además de ser útil en la prevención como hemos visto anteriormente, también lo es en el tratamiento al provocar acidosis metabólica y aumentar las ventilaciones minuto (5).

Puede iniciarse su toma el día del ascenso o un día previo. Su eficacia está totalmente documentada, aunque años atrás la dosis recomendada era de 750 mg/día, ahora se recomienda 250-500mg/día como suficiente (17).

Incluso con 125mg antes de acostarse se mejora considerablemente la calidad del sueño y los síntomas del MAM. Los efectos secundarios son poco severos e incluyen la poliuria y la parestesia en manos y pies y son dosis dependientes (14).

El edema cerebral también puede tratarse con acetazolamida 125-250mg/8-12h (5).

La dexametasona es una droga efectiva a dosis de 4mg/12 h y especialmente en aquellos individuos con alergia o intolerancia a la acetazolamida (14).

Para algunos autores, el uso de la dexametasona constituye el tratamiento de primera elección en el MAM y sus formas malignas, el ECA y el EPA aunque no se conoce con exactitud su mecanismo de acción. Una dosis inicial de 4-8mg, seguida de 4mg/6horas proporciona un alivio rápido de las molestias y sirve como tratamiento del edema cerebral (5,17).

El EPA resulta de una vasoconstricción exagerada producida por la hipoxia cuyo resultado es la hipertensión pulmonar y la acumulación de líquido alveolar. En personas susceptibles de EPA se puede usar nifedipino como método preventivo, pero este vasodilatador sólo actúa contra el EPA, no contra el MAM. Se ha comprobado que en pocos minutos la sensación de opresión torácica y disnea disminuye al disminuir las resistencias vasculares (11,22).

La dosis recomendada de nifedipino consiste en 10mg sublinguales iniciales, tras 15 minutos de espera, otros 10mg por la misma vía, y posteriormente 20 mg cada 6 horas por vía oral (17), aunque otros autores se decantan por una dosis oral de 20mg/12 horas (14).

Existen pacientes que pueden presentar un defecto genético en la producción de NO y por tanto son más susceptibles a sufrir EPA. Los expertos piensan que el NO tiene un efecto protector al atenuar la vasoconstricción pulmonar (11) y pueden medirse en personas con experiencia previas de EPA para identificar una posible predisposición genética (16).

En caso de ECA o EPA el descenso es obligado, aunque en condiciones extremas donde no sea posible una evacuación segura, se puede recurrir al empleo de una cámara hiperbárica en combinación con el resto de tratamientos expuestos (5,14).

Esta cámara consiste en un saco estanco donde se introduce al paciente con aire a presión superior a la atmosférica. Esto provoca un efecto similar al de un descenso en altura. El aire es bombeado de manera lenta y controlada, pues un aumento de presión excesivamente rápido podría producir un barotrauma ótico. La mejoría suele ser claramente evidente con un aumento importante de la SO₂. Ese momento debe ser

aprovechado para comenzar el descenso real, pues de no ser así, volverían a aparecer los síntomas del MAM (17).

A pesar de que todas estas recomendaciones para el tratamiento de los problemas en altitud, en cuanto al tratamiento farmacológico existe ciertas limitaciones legales que impiden su uso en el momento y de la forma adecuada:

En caso de que las expediciones lleven un médico en sus filas, este es el responsable de la medicación que transportan para utilizarla en caso necesario. Pero sorprendentemente las recomendaciones legales que se realizan a empresas de viajes y montañismo incluyen evitar cargar con medicación si no cuentan con un médico. La idea es que, si no cuentas con medicación, no puedes causar daño por efectos secundarios o por una reacción alérgica, obviando por supuesto el hecho de que sin medicación el tratamiento necesario podría quedar incompleto causando hasta la muerte de la persona que no lo reciba. Por ejemplo, la mitad de las compañías británicas que llevan clientes hasta destino a gran altura no llevan consigo la medicación pertinente en caso de necesitar tratar el MAM. En general, se puede encontrar personal sanitario en caso de una emergencia y podría ser de utilidad si se dispusiera de un botiquín adecuado a las condiciones. Una de las soluciones que plantean las asesorías legales es que cada participante en la actividad lleve su propia medicación recetada por un médico con instrucciones en caso de necesidad. Pero realmente el caso es que es muy raro que un médico tenga suficiente conocimiento sobre estas drogas como para instruir al paciente sobre cómo usarlas en las distintas situaciones que podrían aparecer durante el viaje. En ocasiones los guías de la expedición tienen más conocimiento sobre esta clase de medicación que algunos médicos, pero debido a su condición no sanitaria no son aptos para recomendar ni administrar ningún tipo de droga. Una posible solución sería el uso de teléfonos satélite para contactar con un médico y desbloquear esa clase de situaciones. Mientras esta situación no cambie, debemos evitar que el miedo a consecuencias legales sobrepase al sentido común de que las medicinas son necesarias en una expedición a lugares inhóspitos (53).

La mayoría de guías de expedición no están suficientemente entrenados o legalmente respaldados para administrar este tipo de medicamentos que requieren prescripción médica. Aquella compañía de viajes que los use está haciéndolo de manera ilegal. Muchos de estos guías, debido a la situación legal animaban a sus clientes a buscar asistencia en su propio médico de familia. La Wilderness Medical Society y la International Climbing and Mountaineering Federation recomiendan encarecidamente el uso de medicación, pero es básico que los líderes de expedición estén entrenados para reconocer los síntomas y signos del MAM, el EPA y el ECA y ser capaces de administrar este tipo de medicación de forma segura. El sentido común nos dice que el uso adecuado de esta medicación salva vidas y los riesgos de su consumo son mucho menores que los de no hacerlo (54).

Limitaciones

Aunque se ha intentado ser exhaustivo en la búsqueda de documentos es posible que los resultados presentados no estén completos debido a estas posibles causas.

- La restricción del idioma a inglés y castellano ha impedido acceder a artículos en otros idiomas.
- Se han descartado artículos, potencialmente pertinentes, porque no ha sido posible el acceso al texto completo.
- Artículos posteriores a 2012 se han excluido por no cumplir el criterio de antigüedad pudiendo ser pertinentes.
- La mayoría de artículos encontrados no tenían relación directa con la enfermería.
- Los artículos revisados empleaban por norma general una muestra con sujetos varones exclusivamente o con una proporción de mujeres muy baja.

Conclusiones

En respuesta a los objetivos planteados, estas son las conclusiones finales tras realizar la revisión narrativa:

Existe mucha desinformación sobre los problemas asociados a la altura y ante la creciente tendencia de acudir a lugares en altitud, se hace imprescindible una educación estandarizada y de calidad para que sirva como prevención per sé.

Este cometido de prevención y promoción de la salud se encuadra dentro de las competencias de un enfermero/a, y estos pueden ser integrantes expertos en grupos de rescate en montaña, cuerpos militares, personal laboral o en instalaciones de ocio y deporte al aire libre.

La educación debe ir encaminada hacia medidas preventivas tales como la hidratación, alimentación, programación de descansos y desniveles a superar, así como a la forma correcta de administración de los fármacos y el reconocimiento precoz de síntomas de efectos adversos de los medicamentos usados.

Los factores de riesgo son principalmente la altura total alcanzada, la velocidad de ascenso y el tiempo de permanencia a una altitud elevada. Otros factores influyentes son la edad, el sexo, el tabaquismo, la obesidad o el ejercicio intenso.

Tanto la hipoxia hipobárica como la normobárica, aunque con peculiaridades, son las responsables de la aparición y el desarrollo de esta patología.

La cefalea es el síntoma más característico del mal agudo de montaña y es un indicador clave para el reconocimiento precoz del MAM al presentar una sintomatología inespecífica.

El tratamiento se compone de medidas tanto farmacológicas como el uso de acetazolamida (fármaco principal), dexametasona o ibuprofeno; como no farmacológicas y de primera elección como el descanso, una correcta hidratación, descender o el empleo de oxigenoterapia y cámaras hiperbáricas.

Las futuras líneas de investigación pueden dirigirse a un estudio más concreto de la influencia de la altura sobre la salud de las mujeres ya que los resultados obtenidos en la mayoría de estudios no son extrapolables al sexo femenino.

El mecanismo de acción de algunos fármacos sobre el mal agudo de montaña, al igual que la forma en la que la hipoxia hipobárica afecta la fisiología humana requieren de más investigación, ya que aún existe controversia y desconocimiento sobre aspectos de un tema que de momento cuenta con poco interés popular.

Agradecimientos

A mi tutora en este trabajo de fin de grado Lourdes Casillas por su paciencia durante este largo cuatrimestre.

Bibliografía

- (1) Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. 2014; Disponible en at: <http://dle.rae.es/?id=NyEUGaa|NyEeGCh>. Consultado 13, marzo, 2017.
- (2) Proaño A, Ruiz EF. Enfermedad de monge: ¿un epónimo en olvido? Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica 2014;31(2):394.
- (3) Isabel Diego Martín S. Factores de riesgo y manifestaciones clínicas del mal de altura. Evidentia: Revista de Enfermería basada en la evidencia 2010;7.
- (4) Lorente Aznar T. Estimación de la saturación arterial de oxígeno en función de la altitud. Medicina clínica 2016;147(10):440; 440.
- (5) Carod-Artal FJ. Cefalea de elevada altitud y mal de altura. Neurología 2014;29(9):533-540.
- (6) Salazar H, Swanson J, Mozo K, Clinton WA,Jr, Cabada MM. Acute mountain sickness impact among travelers to cusco, peru. J Travel Med 2012 Jul;19(4):220-225.
- (7) Richalet JP, Larmignat P, Poitrine E, Letournel M, Canouï-Poitrine F. Physiological risk factors for severe high-altitude illness: a prospective cohort study. Am J Respir Crit Care Med 2012;185(2):192-198.
- (8) West JB, Richalet J. Denis Jourdanet (1815-1892) and the early recognition of the role of hypoxia at high altitude. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol 2013;305(5):L333.
- (9) Frisancho, David.,Frisancho, Oscar., Las investigaciones de la altura en el Peru. Revista médica herediana 1992;3(2):74-7.
- (10) Gertsch JH, Corbett B, Holck PS, Mulcahy A, Watts M, Stillwagon NT, et al. Altitude Sickness in Climbers and Efficacy of NSAIDs Trial (ASCENT): Randomized, Controlled Trial of Ibuprofen Versus Placebo for Prevention of Altitude Illness. Wilderness Environ Med 2012;23(4):307-315.
- (11) Martí-Carvajal AJ, Simancas-Racines D, Hidalgo R. Interventions for treating high altitude illness. Cochrane Database of Systematic Reviews.
- (12) Heo K, Kang JK, Choi CM, Lee MS, Noh KW, Kim SB. Prophylactic Effect of Erythropoietin Injection to Prevent Acute Mountain Sickness: An Open-Label Randomized Controlled Trial. J Korean Med Sci 2014;29(3):416-422.
- (13) Lawrence JS, Reid SA. Risk Determinants of Acute Mountain Sickness and Summit Success on a 6-Day Ascent of Mount Kilimanjaro (5895 m). Wilderness Environ Med 2016 Mar;27(1):78-84.
- (14) West JB. High-altitude medicine. Am J Respir Crit Care Med 2012;186(12):1229-1237.
- (15) Bärtsch P, Swenson ER. Clinical practice: Acute high-altitude illnesses. N Engl J Med 2013;368(24):2294-2302.
- (16) Simon RB, Simon DA. Illness at high altitudes. Nursing 2014;44(7):36-42.

- (17) Calama Rodríguez L. Avances en la prevención y tratamiento del mal de altura. *Evidentia: Revista de Enfermería basada en la evidencia* 2011;8(34):18; 18.
- (18) Norris JN, Viirre E, Aralis H, Sracic MK, Thomas D, Gertsch JH. High altitude headache and acute mountain sickness at moderate elevations in a military population during battalion-level training exercises. *MILIT MED* 2012;177(8):917-923.
- (19) Letchford A, Paudel R, Thomas OD, Booth AS, Imray CHE. Acute Mountain Sickness (AMS) Knowledge Among High Altitude Marathon Runners Competing in the Everest Marathon. *Wilderness Environ Med* 2016 MAR;27(1):111-116.
- (20) DiPasquale DM, Strangman GE, Harris NS, Muza SR. Acute Mountain Sickness Symptoms Depend on Normobaric versus Hypobaric Hypoxia. *BIOMED RES INT* 2016:1-9.
- (21) Altundag A, Salihoglu M, Cayonu M, Cingi C, Tekeli H, Hummel T. The effect of high altitude on nasal nitric oxide levels. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* 2014 SEP;271(9):2583-2586.
- (22) Nussbaumer-Ochsner Y, Schuepfer N, Ursprung J, Siebenmann C, Maggiorini M, Bloch KE. Sleep and Breathing in High Altitude Pulmonary Edema Susceptible Subjects at 4,559 Meters. *Sleep* 2012 -10-1;35(10):1413-1421.
- (23) Aeberli I, Erb A, Spliethoff K, Meier D, Götze O, Frühauf H, et al. Disturbed eating at high altitude: influence of food preferences, acute mountain sickness and satiation hormones. *Eur J Nutr* 2013;52(2):625-635.
- (24) Gatterer H, Wille M, Faulhaber M, Lukaski H, Melmer A, Ebenbichler C, et al. Association between Body Water Status and Acute Mountain Sickness. *PLoS One* 2013;8(8):e73185. doi:10.1371/journal.pone.0073185.
- (25) Goldfarb-Rumyantzev AS, Alper SL. Short-term responses of the kidney to high altitude in mountain climbers. *Nephrol Dial Transplant* 2014 Mar;29(3):497-506.
- (26) Pardiñas Barón N. Retinopatía de gran altura. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología* 2012;87(10):339; 339.
- (27) Kanaan NC, Lipman GS, Constance BB, Holck PS, Preuss JF, Williams SR, et al. Optic Nerve Sheath Diameter Increase on Ascent to High Altitude. *Journal of Ultrasound in Medicine* 2015;34(9):1677-1682.
- (28) Lawley JS, Alperin N, Bagci AM, Lee SH, Mullins PG, Oliver SJ, et al. Normobaric hypoxia and symptoms of acute mountain sickness: Elevated brain volume and intracranial hypertension. *Ann Neurol* 2014;75(6):890-898.
- (29) Schommer K, Hammer M, Hotz L, Menold E, Bärtsch P, Berger MM. Exercise intensity typical of mountain climbing does not exacerbate acute mountain sickness in normobaric hypoxia. *J Appl Physiol* 2012;113(7):1068.
- (30) Schmidt S. Altitude sickness prevention and treatment. *Sa Pharmaceutical Journal Incorporating Pharmacy Management* 2015;82(3):24-27.

- (31) Flaherty GT, Kennedy KM. Preparing patients for travel to high altitude: advice on travel health and chemoprophylaxis. *Br J Gen Pract* 2016 Jan;66(642):62.
- (32) Wu SH, Lin YC, Weng YM, Chiu YH, Li WC, Wang SH, et al. The impact of physical fitness and body mass index in children on the development of acute mountain sickness: A prospective observational study. *BMC Pediatr* 2015;15:0.
- (33) Dehnert C, Böhm A, Grigoriev I, Menold E, Bärtsch P. Sleeping in Moderate Hypoxia at Home for Prevention of Acute Mountain Sickness (AMS): A Placebo-Controlled, Randomized Double-Blind Study. *Wilderness Environ Med* 2014;25(3):263-271.
- (34) García Hidalgo MC. El mal de montaña, una consecuencia de la Ley de Chatelier. *MoleQla* 2014(13):13; 13.
- (35) Gibson OR, Richardson AJ, Hayes M, Duncan B, Maxwell NS. Prediction of Physiological Responses and Performance at Altitude Using the 6-Minute Walk Test in Normoxia and Hypoxia. *Wilderness Environ Med* 2015 JUN;26(2):205-210.
- (36) Shea KM, Ladd ER, Lipman GS, Bagley P, Pirrotta EA, Vongsachang H, et al. The 6-Minute Walk Test as a Predictor of Summit Success on Denali. *Wilderness Environ Med* 2016 MAR;27(1):19-24.
- (37) Clinical digest. New test can identify those individuals more vulnerable to acute mountain sickness. *Nurs Stand* 2014;28(21):21.
- (38) Seoane L. Mal agudo de montaña. *Emergencias* 2011;23(4):282; 282.
- (39) Beidleman BA, Tighiouart H, Schmid CH, Fulco CS, Muza SR. Predictive Models of Acute Mountain Sickness after Rapid Ascent to Various Altitudes. *Med Sci Sports Exerc* 2013;45(4):792-800.
- (40) Xu C, Lu HX, Wang YX, Chen Y, Yang S, Luo YJ. Association between smoking and the risk of acute mountain sickness: a meta-analysis of observational studies. *Mil Med Res* 2016;3:z.
- (41) Fang R. An artificial pneumoperitoneum created by injection of oxygen may prevent acute mountain sickness. *Am J Emerg Med* 2015;33(7):976-977.
- (42) Silva-Urra JA, Núñez-Espinosa CA, Niño-Mendez OA, Gaitán-Peñas H, Altavilla C, Toro-Salinas A, et al. Circadian and Sex Differences After Acute High-Altitude Exposure: Are Early Acclimation Responses Improved by Blue Light? *Wilderness Environ Med* 2015;26(4):459-471.
- (43) Chen G, Zheng C, Qin J, Yu J, Wang H, Zhang J, et al. Inhaled Budesonide Prevents Acute Mountain Sickness in Young Chinese Men. *J Emerg Med* 2015 FEB;48(2):197-206.
- (44) Ritchie ND, Baggott AV, Andrew Todd WT. Acetazolamide for the Prevention of Acute Mountain Sickness-A Systematic Review and Meta-analysis. *J Travel Med* 2012 Sep;19(5):298-307.

- (45) Crougths M, Van Gompel A, Rameckers S, Van den Ende J. Serious altitude illness in travelers who visited a pre-travel clinic. *J Travel Med* 2014;21(6):403-409.
- (46) Wang J, Ke T, Zhang X, Chen Y, Liu M, Chen J, et al. Effects of acetazolamide on cognitive performance during high-altitude exposure. *Neurotoxicol Teratol* 2013;35:28-33.
- (47) Lipman GS, Kanaan NC, Holck PS, Constance BB, Gertsch JH. Ibuprofen Prevents Altitude Illness: A Randomized Controlled Trial for Prevention of Altitude Illness With Nonsteroidal Anti-inflammatories. *Ann Emerg Med* 2012;59(6):484-490.
- (48) Conway R, Evans I, Weeraman D. Assessing Travelers' Knowledge and Use of Coca for Altitude Sickness. *Wilderness Environ Med* 2012;23(4):373-374.
- (49) Biondich AS, Joslin JD. Coca: High Altitude Remedy of the Ancient Incas. *Wilderness Environ Med* 2015 DEC;26(4):567-571.
- (50) Li Y, Liu Y. Oxygen enrichment and its application to life support systems for workers in high-altitude areas. *Int J Occup Environ Health* 2014 Jul;20(3):207-214.
- (51) Lovis A, De Riedmatten M, Greiner D, Lecciso G, Andries D, Scherrer U, et al. Effect of added dead space on sleep disordered breathing at high altitude. *Sleep Med* 2012;13(6):663-667.
- (52) Nespoulet H, Rupp T, Bachasson D, Tamisier R, Wuyam B, Levy P, et al. Positive Expiratory Pressure Improves Oxygenation in Healthy Subjects Exposed to Hypoxia. *Plos One* 2013 DEC 23;8(12):e85219.
- (53) Shlim DR, Langer CS. Are expedition medical kits too dangerous to carry? *J Travel Med* 2012 Jul;19(4):205-206.
- (54) Pattenden HA, Shah NM, Hillebrandt D, Rodger M, Windsor JS. Do british commercial mountaineering expeditions carry drugs to treat high altitude illnesses? *J Travel Med* 2012 Jul;19(4):250-252.

Anexos

Fármaco	Descripción y contraindicaciones	Efectos adversos
Acetazolamida	<p>Inhibidor de la encima anhidrasa carbónica.</p> <p>Hipersensibilidad a la acetazolamida o a cualquier excipiente en la formulación. Dado que la acetazolamida es un derivado de las sulfonamidas, es posible la sensibilidad cruzada entre acetazolamida, sulfonamidas y otros derivados de sulfonamida. La terapia con acetazolamida está contraindicada en situaciones en las que los niveles séricos de sodio y / o potasio están deprimidos, en casos de enfermedad renal o hepática, en la insuficiencia de las glándulas suprarrenales y en la acidosis hiperclorémica. Está contraindicado en pacientes con cirrosis debido al riesgo de desarrollar encefalopatía hepática.</p>	<p>Las reacciones adversas, que ocurren con mayor frecuencia al principio de la terapia incluyen parestesias, sensación de hormigueo en las extremidades, disfunción auditiva o tinnitus, pérdida del apetito, alteración del gusto y trastornos gastrointestinales tales como náuseas, vómitos y diarrea; poliuria y ocasionalmente casos de somnolencia y confusión.</p>
Aspirina	Es un antiinflamatorio no esteroideo.	<p>Síndrome de Reye</p> <p>Sangrado gástrico</p>
Dexametasona	Los glucocorticoides naturales y sintéticos, son esteroides adrenocorticales que se absorben fácilmente del tracto gastrointestinal. Los glucocorticoides causan efectos metabólicos diversos. Además, modifican las respuestas inmunes del cuerpo a diferentes estímulos. Los glucocorticoides naturales (hidrocortisona y cortisona), que también tienen propiedades de retención de sodio, se utilizan como terapia de reemplazo en estados de deficiencia adrenocortical. Sus análogos sintéticos	<p>Hiperglucemia, retención de líquidos, alcalosis hipocalémica, pérdida de potasio y retención de sodio.</p>

	<p>incluyendo dexametasona se utilizan principalmente para sus efectos antiinflamatorios en trastornos de todo tipo.</p> <p>Contraindicado en infecciones fúngicas sistémicas.</p>	
Furosemida	<p>Es un potente diurético.</p> <p>Está contraindicado en pacientes con anuria y en aquellos con historia de hipersensibilidad a la furosemida.</p>	<p>Los principales signos y síntomas de la sobredosis con furosemida son la deshidratación, la reducción del volumen sanguíneo, la hipotensión, el desequilibrio electrolítico, la hipocalcemia y la alcalosis hipoclorémica.</p>
Ibuprofeno	<p>Es un antiinflamatorio no esteroideo.</p>	<p>El ibuprofeno puede causar una reacción alérgica severa, especialmente en personas alérgicas. Es un AINE, que puede causar sangrado severo del estómago.</p>
Nifedipino	<p>Es un bloqueador de canales de calcio. El nifedipino no debe utilizarse en casos de shock cardiogénico. Está contraindicado en pacientes con hipersensibilidad conocida a cualquier componente del comprimido.</p>	<p>Dolor de cabeza, mareos, fatiga, sofocos, astenia y náuseas.</p>
Temacepam	<p>Es un agente hipnótico benzodiazepínico. Está contraindicado en las mujeres que están embarazadas.</p>	<p>Somnolencia.</p>

Anexo 1: principales reacciones adversas de los medicamentos contra el MAM (traducción). (11)

	MAM	EPA	ECA
Prevención	Ascenso lento Acetazolamida	Ascenso lento Nifedipino solo con historia previa de EPA	Ascenso lento Acetazolamida
Identificación	Dolor de cabeza+: Anorexia, náuseas, vómitos, apatía, fatiga, debilidad, trastorno del sueño o mareos y vértigos.	Disnea de esfuerzo, disnea en reposos, tos seca, tos productiva, esputo rosa, hemoptisis, cianosis en labios y uñas, náuseas, insomnio, dolor de cabeza, mareos, confusión, ortopnea y dolor torácico.	Dolor de cabeza más: anorexia, náuseas, vómitos, letargo, fatiga, debilidad, trastornos del sueño, mareos progresando hacia ataxia, comportamiento ilógico, déficits neurológicos, parálisis de los nervios craneales, hemorragias retinianas, confusión, estupor, coma, edema pulmonar.
Tratamiento	Descender, descansar a la altitud actual, acetazolamida, oxígeno, cámara hiperbárica, rehidratación, alimentación, monitorización, y en casos extremos dexametasona.	Descender, sentar al paciente en posición vertical, oxígeno, nifedipino, cámara hiperbárica, monitorización, dexametasona en caso de síntomas de ECA.	Descender, oxígeno, dexametasona, acetazolamida, monitorización, cámara hiperbárica.

Anexo 2: Medidas en la prevención, identificación y tratamiento del MAM, ECA y EPA. (16)

Fármaco	Uso	Dosis	Efecto	Efectos secundarios
Acetazolamida	Prevención y/o tratamiento	125mg-500mg/día	Provoca acidosis metabólica e hiperventilación. Mejora de la oxigenación cerebral.	Poliuria, parestesias, hormigueo en manos y pies.
Ibuprofeno	Prevención y/o tratamiento	1800mg/día	Antiinflamatorio no esteroideo	Sangrado estomacal
Dexametasona	Prevención y/o tratamiento	8mg/día	Potente antiinflamatorio esteroideo, glucocorticoide.	Sangrado gastrointestinal, alteración de la glucemia, desajustes hormonales
Nifedipino	Tratamiento	40mg-100mg/día	Vasodilatador pulmonar	Cefalea, mare, fatiga, vómitos, sofocos y astenia.
Furosemida	Prevención y/o tratamiento	Valorar estado hídrico	Diurético	Deshidratación, hipotensión y desequilibrio hidroelectrolítico.

Anexo 3: Fármacos más usados en la prevención y tratamiento del mal agudo de montaña. Fuente: elaboración propia.

Autores	Lugar y año	Tipo de estudio	Muestra	Tema
Alvaro Proaño, Eloy F. Ruiz	Perú, 2014	Revisión bibliográfica		Enfermedad de Monge
Sara Isabel Diego Martín, Luis Calama Rodríguez	España, 2010	Revisión bibliográfica		Factores de riesgo y manifestaciones clínicas del mal de altura
Salazar H, Swanson J, Mozo K, Clinton WA,Jr, Cabada MM	Perú, 2012	Estudio transversal	N=1112	Impacto del mal de altura en los turistas con destino Cuzco, Perú.
Richalet JP, Larmignat P, Poitrine E, Letournel M, Canoui-Poitrine F	Francia, 2012	Estudio prospectivo de cohorte	N=1362	Factores de riesgo en la patología de altura severa
Lorente Aznar T	España, 2016	Estudio longitudinal	N=53	Estimación de la saturación arterial de oxígeno en función de la altitud
Carod-Artal FJ	España, 2012	Revisión bibliográfica		Cefalea de elevada altitud y mal de altura
Letchford A, Paudel R, Thomas OD, Booth AS, Imray CHE	2015	Estudio transversal	N=50	Conocimiento del MAM en los competidores del Maratón del Everest.
West JB, Richalet J	California, 2013	Revisión bibliográfica		El papel de Denis Jourdanet en el reconocimiento del factor hipoxia en altitud.
Frisancho, David.,Frisancho, Oscar	Perú, 1992	Revisión bibliográfica		Investigaciones de la altura en Perú
Gertsch JH, Corbett B, Holck PS, Mulcahy A, Watts M, Stillwagon NT, et al.	California, 2012	Ensayo aleatorio, doble ciego aleatorizado	N=294	Mal de altura en alpinistas y eficacia de AINES
Martí-Carvajal AJ, Simancas-Racines D, Hidalgo R	España, 2012	Revisión narrativa		Intervenciones para tratar problemas de la altura
Heo K, Kang JK, Choi CM, Lee MS, Noh KW, Kim SB	Corea, 2014	Ensayo controlado aleatorizado	N=39	Efecto profiláctico del EPO en la prevención del MAM
Altundag A, Salihoglu M, Cayonu M, Cingi C, Tekeli H, Hummel T	Estambul, 2014	Estudio longitudinal	N=41	Efecto de la altitud en los niveles de NO
DiPasquale DM, Strangman GE, Harris NS, Muza SR	Boston, 2016	Estudio longitudinal	N=36	Diferencia entre los síntomas en HH y NH

Lawrence JS, Reid SA	Australia, 2016	Estudio de cohorte	N=175	Riesgos en el mal agudo de montaña y éxito de cima en el Kilimanjaro
Nussbaumer-Ochsner Y, Schuepfer N, Ursprung J, Siebenmann C, Maggiorini M, Bloch KE	Suiza, 2012	Ensayo doble ciego controlado, aleatorizado	N=21	Sueño y respiración en sujetos susceptibles de edema pulmonar de altura
Aeberli I, Erb A, Spliethoff K, Meier D, Götze O, Frühauf H, et al	Suiza, 2013	Estudio longitudinal	N=23	Trastornos alimenticios en altura
Pardiñas Barón N	España, 2012	Caso clínico		Retinopatía de gran altura
Kanaan NC, Lipman GS, Constance BB, Holck PS, Preuss JF, Williams SR, et al.	2015	Estudio longitudinal	N=86	Incremento del diámetro de la vaina del nervio óptico en altura
Lawley JS, Alperin N, Bagci AM, Lee SH, Mullins PG, Oliver SJ, et al	US, 2014	Estudio longitudinal	N=13	Hipertensión intracraneal y aumento del volumen cerebral
West JB	California, 2012	Revisión bibliográfica		Medicina de altitud
Bärtsch P, Swenson ER	Inglaterra, 2013	Caso clínico		Expedición de 5 días al Kilimanjaro
Schommer K, Hammer M, Hotz L, Menold E, Bärtsch P, Berger MM	Alemania, 2012	Estudio de cohorte	N=16	Intensidad del ejercicio en HN
Simon RB, Simon DA	US, 2014	Revisión bibliográfica		Problemas de la altura
Calama Rodríguez L	España, 2011	Revisión bibliográfica		Avances en la prevención y tratamiento del mal de altura
Norris JN, Viirre E, Aralis H, Sracic MK, Thomas D, Gertsch JH	US, 2012	Estudio longitudinal	N=192	Cefalea de altura y MAM en población militar
Schmidt S	2015	Revisión bibliográfica		Prevención y tratamiento del MAM
Flaherty GT, Kennedy KM	Irlanda, 2016	Revisión bibliográfica		Consejo en agencias de viaje
Wu SH, Lin YC, Weng YM, Chiu YH, Li WC, Wang SH, et al	2015	Estudio prospectivo observacional	N=179	Efecto sobre el MAM del IMC y el nivel de forma

Dehnert C, Böhm A, Grigoriev I, Menold E, Bärtsch P	Alemania, 2014	Ensayo doble ciego aleatorizado	N=76	Prevención del MAM durmiendo en hipoxia
García Hidalgo MC	España, 2014	Revisión bibliográfica		Ley de Le Chatelier
Gatterer H, Wille M, Faulhaber M, Lukaski H, Melmer A, Ebenbichler C, et al	2013	Estudio longitudinal	N=43	Estado hídrico en el mal de altura
Goldfarb-Rumyantzev AS, Alper SL	2013	Revisión bibliográfica		Respuesta de los riñones a la exposición a la altura
Gibson OR, Richardson AJ, Hayes M, Duncan B, Maxwell NS	Inglaterra, 2015	Estudio longitudinal	N=29	Cambios fisiológicos y rendimiento en altura usando el test de caminar 6 minutos
Shea KM, Ladd ER, Lipman GS, Bagley P, Pirrotta EA, Vongsachang H, et al	Standford, 2015	Estudio observacional prospectivo	N=121	Teste de caminar 6 minutos como predictor de éxito de cima
Rosa María Bruno	Italia, 2013	Estudio longitudinal	N=34	Identificar individuos vulnerables
Seoane L	Argentina, 2011	Estudio longitudinal	N=8	Parametros predictivos del MAM
Beidleman BA, Tighiouart H, Schmid CH, Fulco CS, Muza SR	Boston, 2013	Estudio longitudinal	N=308	Modelos predictivos del MAM
Xu C, Lu HX, Wang YX, Chen Y, Yang S, Luo YJ	China, 2016	Estudio de casos y controles	N=2680	Asociación entre el tabaquismo y el MAM
Fang R	China, 2015	Revisión bibliográfica		Prevención del MAM con un neumoperitoneo
Silva-Urra JA, Núñez-Espinosa CA, Niño-Mendez OA, Gaitán-Peñas H, Altavilla C, Toro-Salinas A, et al	Chile, 2015	Estudio de casos y controles	N=57	Efecto de la luz azul sobre los ritmos circadianos en el MAM
Chen G, Zheng C, Qin J, Yu J, Wang H, Zhang J, et al	China, 2015	Estudio de casos y controles	N=80	Prevención con budesonida del MAM
Ritchie ND, Baggott AV, Andrew Todd WT	2012	Revisión bibliográfica		Prevención del MAM con acetazolamida

Croughs M, Van Gompel A, Rameckers S, Van den Ende J	2014	Estudio trasversal	N=401	Problemas de altura en personas que visitan una clínica antes de realizar un viaje
Wang J, Ke T, Zhang X, Chen Y, Liu M, Chen J, et al	China, 2012	Estudio de casos y controles	N=21	Efectos de la acetazolamida en el rendimiento mental durante la exposición a la altura
Lipman GS, Kanaan NC, Holck PS, Constance BB, Gertsch JH	California, 2012	Ensayo controlado aleatorizado	N=86	Prevención del MAM con ibuprofeno
Conway R, Evans I, Weeraman D	Inglaterra, 2012	Estudio trasversal	N=136	Conocimiento de la población sobre el uso de coca y el MAM
Biondich AS, Joslin JD	Nueva York, 2015	Revisión bibliográfica		Uso de la coca como remedio natural al MAM
Li Y, Liu Y	China, 2014	Estudio longitudinal	N=14	Aplicación del enriquecimiento del oxígeno en trabajadores en zonas altas
Lovis A, De Riedmatten M, Greiner D, Lecciso G, Andries D, Scherrer U, et al	Suiza, 2012	Estudio longitudinal	N=12	Efecto de agregar un espacio muerto ventilatorio durante el sueño para mejorar trastornos del sueño
Nespoulet H, Rupp T, Bachasson D, Tamisier R, Wuyam B, Levy P, et al	Francia, 2013	Estudio trasversal	N=16	La PEEP mejora la oxigenación en sujetos sanos expuestos a hipoxia
Shlim DR, Langer CS	US, 2012	Revisión bibliográfica		La peligrosidad de portear fármacos a las expediciones
Pattenden HA, Shah NM, Hillebrandt D, Rodger M, Windsor JS	Inglaterra, 2012	Revisión bibliográfica		¿Llevan las expediciones inglesas fármacos para tratar el MAM?

Anexo 4: Lista de artículos empleados en esta revisión. Fuente: elaboración propia

Dosage recommendations for chemoprophylaxis at altitude²

Medication	Adult dosage	Advice
AMS/HACE		
Acetazolamide	125 mg orally twice daily	Start 1 day before ascent and continue for 2 days at highest sleeping altitude
Dexamethasone	4 mg orally every 12 hours (passive ascent) 4 mg orally every 6 hours (active ascent)	Start on day of ascent and continue for 2–3 days at highest sleeping altitude; do not use for >10 days
Acetazolamide plus dexamethasone	Same doses as for individual use	Same doses as for individual use
HAPE		
Nifedipine	60 mg (slow release) orally in 2–3 divided doses daily ^a	Start 1 day before ascent and stop after 5 days at highest sleeping altitude
Salmeterol	125 µg inhaled twice daily	Use only with nifedipine in very high-risk individuals; start and stop both drugs together

^aNifedipine 20 mg dose available in Europe; 30 mg dose available in the US. AMS = acute mountain sickness. HACE = high altitude cerebral edema. HAPE = high-altitude pulmonary edema.

Anexo 5: Recomendaciones de dosis para medicación en altura. (31)

Precautions at altitude for patients with cardiorespiratory conditions²

Condition	Recommendations
Cardiovascular	
Coronary heart disease	Limit activity in patients with stable angina; no altitude travel for 6 months after acute coronary syndrome
Congenital heart disease	More susceptible to HAPE; contraindicated if symptomatic pulmonary hypertension at sea level
Heart failure	Contraindicated if symptomatic at resident altitude; consider use of acetazolamide
Hypertension	Slight increase in blood pressure; pathological large increase in some individuals; favour alpha-adrenergic blockers and nifedipine for improved control; caution with diuretics and beta-blockers at altitude
Stroke	Increased risk of ischaemic stroke due to hyperviscosity; no altitude travel for 3 months post-stroke or transient ischaemic attack
Respiratory	
Asthma	Decreased allergens and reduced resistance may benefit some patients with asthma at 3500–5000 m; increased risk at 2000–3500 m; protect mouth from cold; use volumetric spacers for metered dose inhalers
COPD	Chronic hypercapnia may blunt hypoxic ventilatory response; contraindicated for patients with dyspnoea at rest or on mild exertion at sea level
Interstitial lung disease	May require echocardiography to assess for pulmonary hypertension; consider nifedipine prophylaxis
Obstructive sleep apnoea	Increased risk of HAPE; contraindicated if hypoxic at sea level; acetazolamide is indicated; CPAP device may require pressure setting adjustment
Pneumothorax	No air travel or other altitude ascent until 2 weeks following resolution

COPD = chronic obstructive pulmonary disease. CPAP = continuous positive airway pressure. HAPE = high-altitude pulmonary edema.

Anexo 6: Precauciones en altura para pacientes con problemas cardiorrespiratorios. (31)

